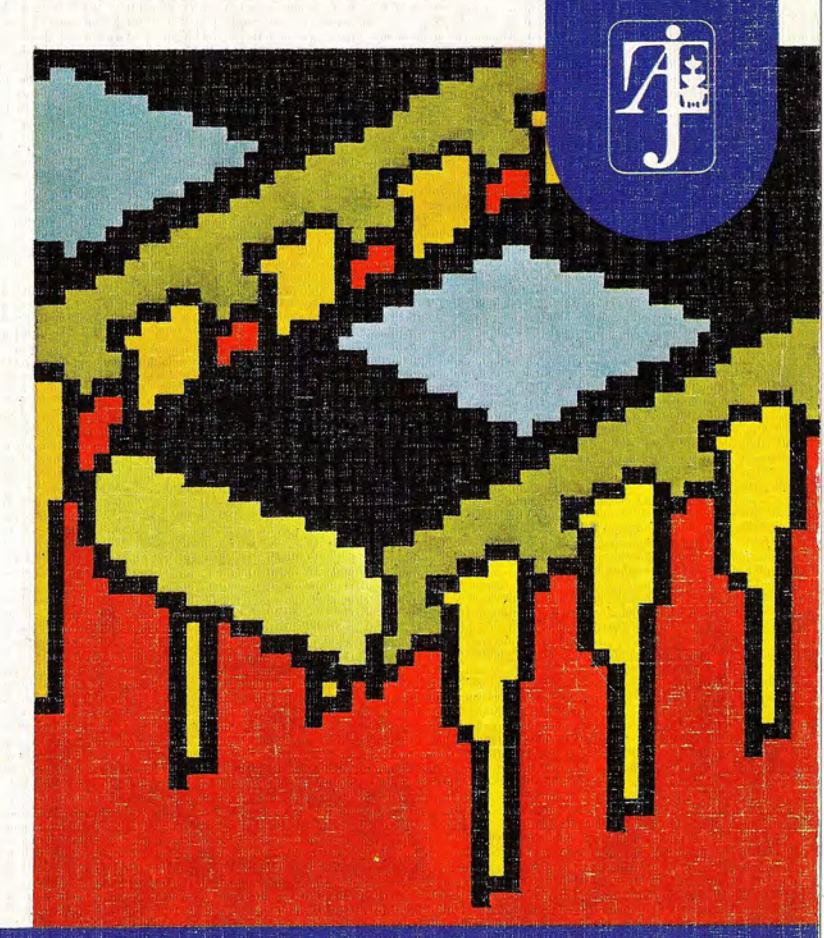
INTRODUCCIÓN A LOS ORDENADORES

4 CIENCIAS



J. Shelley



J. Shelley

INTRODUCCIÓN A LOS ORDENADORES

Traducción de M. A. Fernández Alvarez

Edición original:
PREPARING FOR COMPUTERS

Primera edición española, 1985
Reimpresiones, 1986, 1989

R.E. 182

España:

28001 Madrid. Claudio Coello, 76

México:

03100 México, D. F.
Editorial Alhambra Mexicana, S. A. de C. V.
Amores, 2027. Colonia del Valle

Delegaciones en España:

08008 Barcelona. Enrique Granados, 46
48014 Bilbao. Iruña, 12
15005 La Coruña. Pasadizo de Pernas, 13
18009 Granada. Pza. de las Descalzas, 2
28002 Madrid. Saturnino Calleja, 1
33013 Oviedo. Alejandro Casona, 22
35003 Las Palmas. Tomás Morales, 48
38004 Santa Cruz de Tenerife. General Porlier, 14
41012 Sevilla. Reina Mercedes, 35
46003 Valencia. Cabillers, 5
47013 Valladolid. Julio Ruiz de Alda, 10
36201 Vigo. Canceleiro, 22
50005 Zaragoza. Concepción Arenal, 25

Distribuidor exclusivo en Argentina:

Distribuidora Yenny
Avda. Rivadavia, 3860
1.204 Buenos Aires

nc 12060060

ISBN 84-205-1054-8
ISBN 0-273-01845-0, Pitman Books Ltd., Londres, edición original

Depósito legal: M. 38633-1989

Cubierta: Antonio Tello
Composición: Artes Gráficas Fernández, S. A.
Fotomecánica: La Unión, S. A.
Impresión: Selecciones Gráficas
Papel: Kanguros
Encuadernación: Gómez Pinto, S. A.

Impreso en España - Printed in Spain

Selecciones Gráficas - Carretera de Irún, km. 11,500 - Madrid (1989)

ÍNDICE

PRÓLOGO

Nadie puede ignorar hoy día el creciente empleo de ordenadores en todos los aspectos de la sociedad y la cada vez mayor dependencia que experimenta la sociedad hacia dicho empleo. Pues bien, a pesar de todo, hasta ahora tan sólo hemos presenciado la infancia de los ordenadores, edad que ha culminado en la súbita y dramática aparición de los microordenadores.

La segunda edad de los ordenadores está próxima, dará comienzo en la década actual, repercutiendo aún más intensamente en la vida cotidiana, puesto que estos ordenadores de la quinta generación serán capaces de imitar el pensamiento humano, y nos comunicaremos con ellos de forma similar a como lo hacemos con nuestros semejantes.

Los lectores de más de treinta años de edad no habrán tenido la oportunidad de estudiar nada acerca de ordenadores en el colegio, y si su trabajo o profesión implica el empleo de ordenadores, estas personas se verán obligadas a aprender por sí mismas. La generación del mañana, que ahora está en edad escolar, tiene, en cambio, todas las oportunidades, pues hoy se imparten ya cursos de niveles diversos dedicados a los ordenadores.

Los cursos pueden estar orientados desde una perspectiva más académica, sin dejar de lado la tecnología, o desde el punto de vista preparatorio, para la mayoría de los jóvenes que finalizan sus estudios y que en su vida profesional van a verse abocados a entablar algún contacto con ordenadores.

Este texto responde al segundo planteamiento, que creemos corresponde a la mayoría; sitúa al ordenador en su papel principal dentro de la sociedad, como procesador (manipulador) de información. En consecuencia, el libro comienza por el estudio de la información en general y su importancia respecto a individuos y organizaciones. A continuación, una breve introducción a los ordenadores prepara el camino para los capítulos siguientes, en los que se combinan conceptos relativos a información y a ordenadores. Las aplicaciones y repercusiones sociales se estudian

también con algún detalle para poder situar correctamente al ordenador en el marco de la sociedad considerada en su conjunto.

Manifestamos nuestro agradecimiento por la autorización para incluir un diagrama extraído de la obra titulada Computer Peripherals, *de B. Wilkinson y D. Horrocks, publicada por Hodder y Stoughton, en 1980. Asimismo agradecemos la ayuda prestada por John Cushion, de Pitman Books.*

J. S.

1. INFORMACIÓN

La importancia de la información

La mayoría de nuestras actividades diarias, si no todas, implican el empleo y manipulación de información. La información se necesita para decidir lo que vamos a comer, qué autobús coger para ir al trabajo o a la escuela, o para seleccionar al nuevo director ejecutivo de una empresa.

Como seres humanos, tomamos tantas decisiones al cabo del día que raras veces somos conscientes de ellas. Para tomar una decisión necesitamos información, y la calidad de la decisión depende de la exactitud de la información disponible. Veamos a continuación algunos ejemplos.

Para desayunar, posiblemente lo que más me guste sea huevos con tocino y una taza de copos de maíz, pero si no hay ni huevos ni tocino ni leche, tendré que conformarme con una tostada y una taza de café con leche en polvo. Tal vez esta mañana me haya despertado tarde y, a pesar de tener huevos y tocino en la nevera, sólo disponga de cinco minutos para desayunar antes de ir a la escuela o al trabajo, y, por consiguiente, no tendré tiempo para cocinar. En ambos casos, la decisión que tome se basará en la información que posea acerca del estado de la despensa y del tiempo disponible.

Cuando voy de compras, tengo que decidir lo que voy a comprar, lo cual depende del dinero que tenga y de lo que falte en la despensa.

En la escuela tenemos que decidir acerca de la naturaleza de los últimos cursos, considerando aspectos tales como: qué carrera deseo seguir, cuál ha sido mi rendimiento en ciertas asignaturas, y, con el consejo del profesor, cuántas asignaturas puedo estudiar en el curso.

Una empresa desea fabricar un determinado producto, y para determinar el precio del mismo debe atenerse a la información relativa al coste de fabricación, el sueldo pagado a los trabaja-

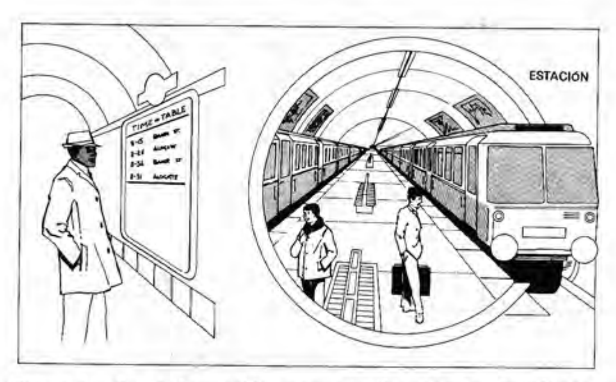


FIG. 1.1. La información nos permite tomar decisiones.

dores, los precios de productos similares existentes en el mercado, y el margen de beneficios requerido.

El médico, al emitir su diagnóstico, se basa, además de la información verbal comunicada por el paciente, en sus propias observaciones acerca de su estado, las enfermedades padecidas anteriormente, y, en general, en los conocimientos que haya adquirido durante sus estudios y práctica profesional.

Los gobiernos necesitan información antes de tomar determinadas medidas; por ejemplo, para aumentar (o reducir) la tasa de impuestos, o para determinar la cantidad de dinero empleada para subvencionar un proyecto de enseñanza de microordenadores en las escuelas.

Fuentes de información

El punto fundamental de todo este apartado es nuestra dependencia respecto de la información al realizar todas nuestras actividades y tareas cotidianas.

La información se puede obtener de multitud de fuentes (véase Fig. 1.2). En ciertos casos será fácil de obtener, y otras veces costará bastante trabajo. Un estante vacío informa al vendedor de què el producto en cuestión se vende bien. Una botella de leche vacía me informa de que no me queda leche para el desayuno. La etiqueta que indica el precio de un artículo, junto con la cantidad de dinero que hay en mi monedero o cartera

(tras efectuar un cálculo) me dirá si estoy en condiciones de comprar o no el artículo mencionado.

La decisión acerca de comprar un filtro de agua depende del estado general del sistema de abastecimiento (si aparecen depósitos en las ollas, si hace ruido el depósito de agua caliente al funcionar, si los grifos se atascan, si se nota el pelo y la ropa pegajoso y áspero después de un lavado), así como de la información facilitada en el prospecto del aparato, su precio, cantidad de dinero disponible, y de una discusión con el personal de ventas. Con toda esta información se puede llegar a una decisión. Sin embargo, alguien empeñado en la investigación de un asunto complejo tal vez desee considerar algún estudio similar ya realizado, lo que puede llevar mucho tiempo y ser difícil.

La información, pues, puede llegar a través de la palabra oral, la palabra escrita, de la imagen, de una observación casual, de un estudio detallado, de la expresión percibida en la cara de un amigo, de la forma en que algo impresiona al tocarlo, etc.



FIG. 1.2. La información proviene de numerosas fuentes.

Comunicación e información

Una vez obtenida, a menudo es necesario conservar la información y después comunicarla para emprender determinada acción en algún momento posterior. Una botella o un paquete vacío de cereal puede significar la necesidad de escribir una nota al lechero para que traiga otra botella, o una nota para recordar que hay que comprar otro paquete de cereal al ir al supermercado.

Un estante casi vacío en el que normalmente hay un número dado de artículos indicará al encargado de control de existencias la necesidad de hacer un pedido. El resultado de un cuestionario puede decidir cierta línea de actuación, y los resultados de un sondeo de opinión pueden obligar a los poderes decisorios a replantear su programa a la vista de la opinión pública.

Cualquiera que sea el tema, la información recogida debe ser registrada o conservada de algún modo, con objeto de poder comunicarla al mundo entero o a un individuo en particular. Está claro que la información es importante; cuanto antes se disponga de ella, antes se podrá tomar una decisión.

A lo largo de la historia, la información se ha conservado de formas muy diversas: mediante la palabra escrita, dibujos, signos, códigos, partituras musicales, listas, mapas, etc. Incluso se ha conservado información relativa a sucesos históricos en forma de poesías y baladas.

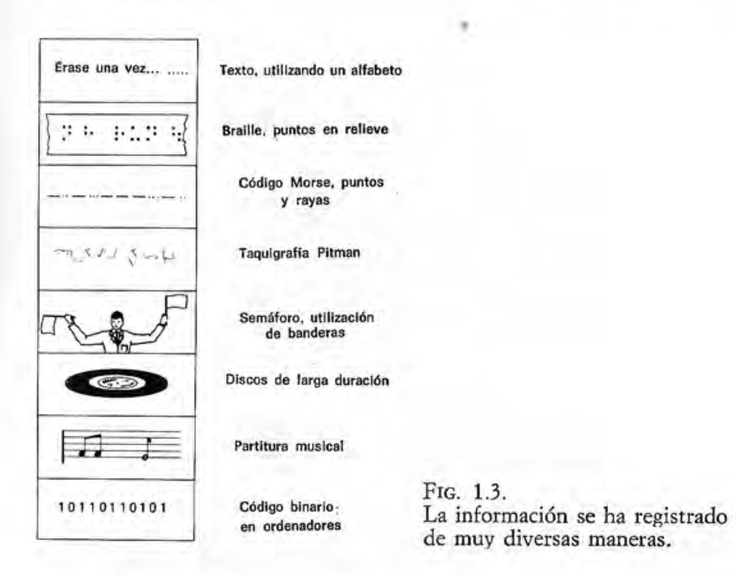


FIG. 1.3.
La información se ha registrado de muy diversas maneras.

Registro y transmisión de la información

Se han utilizado muchas formas de registro de información para la comunicación directa, además de los caracteres alfabéticos grabados en arcilla o papel. Por ejemplo, se ha registrado infor-

mación en forma de grupos de puntos (sistema ideado por Braille para ciegos), puntos y rayas (código Morse para transmisión telegráfica), taquigrafía (resumida por los sistemas Pitman), y recientemente, como conjuntos de unos y ceros en el código binario empleado por los ordenadores (véase Fig. 1.3).

La técnica ha desempeñado un papel muy importante tanto en la comunicación (transmisión) como en el registro (conservación) de la información. Antes de inventarse la escritura, la comunicación verbal era el método principal; si se tenía que enviar información más allá del alcance de la voz se empleaban otros procedimientos, tales como las señales de humo (sistema utilizado por los indios americanos), destellos luminosos (reflejando la luz del sol con espejos o superficies brillantes, como hacían los militares), un par de banderas —semáforo, un sistema todavía utilizado por los marinos, y hombres portando mensajes a pie o a caballo.

La comunicación escrita se inició grabando caracteres simbólicos en arcilla húmeda, utilizando para ello instrumentos en forma de cuña (escritura cuneiforme), y más tarde sobre papel, por medio de instrumentos mojados en tinta. La comunicación impresa como tal dio comienzo en el siglo XV, y desde los siglos XVIII y XIX se han venido empleando telégrafo, radio, televisión, teléfono y, recientemente, sistemas de satélites.

Información y datos

Los dos términos, *información* y *datos,* utilizados muy a menudo en ordenadores, poseen significados diferentes.

Cuando decimos *datos,* nos referimos a información ya codificada. Por ejemplo, en un sistema de registro de historiales clínicos, es necesario distinguir si un paciente es de sexo masculino o femenino, y este elemento particular de información puede registrarse como *m* para fasculino y *f* para femenino, símbolos que corresponden a *datos,* y que se transforman en información cuando se comprende su *significado.*

Consideremos una serie de dígitos: 070132. Esto es un dato, que no aporta información a menos que sepamos a qué se refiere. Podría ser:

a) Una fecha de nacimiento: 07-01-32 (es decir, 7 de enero de 1932), o
b) El número de una pieza de repuesto: 070132, o
c) El prefijo de llamada de Hambledon en Hampshire: 070-132.

TIPO DE INFORMACIÓN	DATOS=INFORMACIÓN CODIFICADA	SIGNIFICADO
Código numérico internacional de libros (ISBN)	0 273 01845 0	0=País de origen 273=Editorial 01845=Número del libro 0=Cifra de comprobación
Número de matrícula	VLP 465 S	VLP=Organismo registrador 465=Número de serie S=Año de matriculación
especial de pasajeros Información (billete de vuelo)	21 E VGML	21=Número de asiento E=Clase económica VGML=Comida vegetariana
Catálogo de semillas	3128 3129	1 paquete pequeño de semillas de habas Red Knight 1 paquete grande

FIG. 1.4

Así pues, los datos representan información, y la información consiste en datos significativos. Habrá que tener presente esta distinción a lo largo del texto.

Codificación de información en forma de datos

En la práctica, es necesario representar (codificar) tanto la información como su origen de forma distinta (datos). Uno de los motivos que justifican este proceder es facilitar el tratamiento de la información, y también, que la información tal como se origina suele ocupar mucho espacio y se requiere convertirla a un formato más compacto. Todos los días podemos encontrar ejemplos de ellos:

a) El número de matrícula de un coche contiene mucha información si somos capaces de interpretar el código:
VLP 532 S

b) A cada nuevo libro que se publica se le asigna un número único de identificación internacional (International Standard Book Number-ISBN, véase el correspondiente a la edición inglesa de este libro en la tercera página).
0 273 01845 0

c) Las compañías de ventas por correo asignan números de catálogo a los artículos que ofrecen.

En la figura 1.4 se explican éstos y otros ejemplos de datos codificados. Por el momento, estudiaremos con más detalle el caso de las ventas por correo.

Ejemplo: ventas por correo

Dobies, una compañía vendedora de semillas, está situada en Gales. Todos los años envía su catálogo que facilita detalles de todas las semillas de flores y verduras ofrecidas para el año en curso (Fig. 1.5). Existen unas 550 variedades. Si deseo sembrar judías, puedo escoger entre habichuelas, judías enanas o habas gruesas. En el primer caso, todavía se puede seleccionar el tipo de habichuela deseado entre diez variedades. Junto con el católogo, se envía un *formulario de pedido* a rellenar por el cliente.

El cliente debe anotar en el formulario el número de código de cada artículo deseado. Entonces, si se ha optado por la variedad de habichuelas Prizetaker, se anotará el número 3116 en la hoja de pedido (véase Fig. 1.6). ¿Por qué es necesario esta modalidad abreviada?

La información original es demasiado larga, y sin recurrir a un número de código habría que escribir «Habichuelas variedad Prizetaker», y el formulario tendría que ser bastante mayor, con el consiguiente aumento de su precio. Más tarde, cuando el pedido se recibe en la compañía, alguien leerá la hoja e interpretará el número. De esta forma, utilizando un código, el cliente ahorra tiempo, el encargado en la compañía también ahorra tiempo, y se reducen el precio y el tamaño de la hoja de pedido.

Muchas organizaciones comerciales, industriales, etc., recurren a abreviaturas de información en origen, codificándola en forma de datos, con lo que no sólo se ahorra tiempo y se aceleran los procedimeintos, sino que también se favorece la exactitud y fiabilidad.

Importancia de la información en las empresas

La información no sólo es importante para nosotros como individuos al desempeñar nuestras actividades cotidianas, sino también para que las compañías puedan funcionar y ser controladas de manera eficaz.

Una compañía de fabricación

Típicamente, una empresa dedicada a la fabricación de artículos (productos alimenticios, barras metálicas o lavadoras, por ejemplo), requiere grandes cantidades de información para mantener su eficiencia. Por ejemplo, es necesario conocer cuántos artículos se venden, puesto que carece de sentido fabricar ar-

Runner Beans

A packet of seed will give you pounds and pounds of fresh tasty beans at the most welcome time of late summer and autumn. Pick the pods regularly to encourage further cropping.

Culture. Any good garden soil will grow runner beans, but the best crops are obtained as a result of deep digging and liberal manuring. For a very early crop sow in boxes in a freme during April and set out the plants in mid-May, protecting against frost. Another method is to sow outdoors during April, protecting the plants with cloches until danger of frost damage is past. For the main crop simply sow outdoors from early May onwards. Plant the seeds 2-3 ins. deep and 6 ins. apart in double rows made 1 ft. apart. Allow 5 ft. between each double row. In due course, remove every other seedling leaving the remaining plants to grow on about 1 ft. apart. Stake the plants as soon as possible after germination to give protection against winds. Water freely during dry weather and spray with soft water during the evening to help the flowers to set. For exhibition use choose strongest plants, pinch out all side growths and allow only 2 pods each cluster.

Sown as recommended, a packet of seed will sow a double row about 14 ft. long. Seed sown outdoors will produce crops in about 14-16 weeks.



Stringless Varieties

Long, slender, smooth-podded beans which do not have those tough strings, so tiresome to deal with before cooking. It is usually sufficient to cut and cook the pods in 'chunks' as with Dwarf French beans. They usually set better than 'ordinary' Runner Beans during hot weather.

Red Knight This variety has red flowers and dark coloured seeds. It produces cluster after cluster of crisp, smooth textured beans about 12 ins. in lengh of rich juicy flavour.

3128 *Packet to sow a double row about 7 ft. long* **46p**

3129 *Packet to sow a double row about 14 ft. long* **88p**

FIG. 1.5. Página del catálogo de Dobies.

CANT.	N.° ARTICULO	N.° PAGINA	p	CANT.	N.° ARTICULO	N.° PAGINA	p	CANT.	N.° ARTICULO	N.° PAGINA	p
TOTAL 1				**TOTAL 2**				**TOTAL 3**			

SECCION A TOTAL PEDIDO		
Total (columna 1)		
Total (columna 2)		
Total (columna 3)		
Embalaje y envío (véase nota al reverso)		
IMPORTE TOTAL PEDIDO		

Consúltese el reverso para detalles sobre cómo rellenar el formulario

SECCION B	p	cent.
Envío adjunto, compuesto por: IMPORTE TOTAL PEDIDO de Sección A		
MENOS Obsequio/ comprobante de Dobies		
TOTAL A ABONAR		

Todos los giros postales y cheques deberán ser cruzados / / y pagaderos a **SAMUEL DOBIE & SON LTD.**

No se admite pago en sellos de correo.

En caso de pago por tarjeta de crédito, rellenar:

Por favor, cargue a mi tarjeta Barclaycard/Trust Card/ Access/American Express/Diners Club (tachar lo que sobre) la cantidad indicada anteriormente

El número de mi tarjeta es:

Firma ____________________

FIG. 1.6. Formulario de pedido de la compañía Dobies.

tículos que no van a venderse, y porque se necesitará espacio adicional para almacenar los artículos no vendidos. Si aumentan las ventas, tendrán que fabricarse más unidades para satisfacer la demanda, lo que tal vez implique la necesidad de contratar más trabajadores.

Tanto el director encargado de ventas como el de fabricación poseen información relativa a su trabajo, pero tienen que *compartir* su información para que el número de artículos fabricados concuerde con el número de artículos vendidos. Si se recibe un pedido grande, que implique la necesidad de contratar más personal, el director de personal se verá también involucrado.

En el aspecto económico, la persona responsable del presupuesto de la compañía necesita estar informada del ritmo de ventas y de los gastos importantes, tales como los asociados a la compra de equipos o a la contratación de personal, y sabrá si la compañía posee fondos suficientes para afrontar el gasto.

Entonces, los respectivos directores de los departamentos de ventas, personal, fabricación y financiero han de compartir su información para que la compañía esté en condiciones de desempeñar beneficiosamente su función. Para lograr cumplir su misión con eficiencia, toda la información de la compañía debe combinarse con objeto de tomar decisiones globales.

A modo de ejemplo, el encargado de fabricación puede desear instalar algún equipo destinado a incrementar la productividad (el número de artículos fabricados); desde su punto de vista se trata de una buena idea, y así se lo propondrá al director general de la compañía, pero antes de tomar ninguna decisión definitiva, el director general debe saber si las ventas están aumentando o es probable que aumenten, y en caso afirmativo, estimar si los beneficios obtenidos por el aumento de las ventas compensarán la inversión en nuevos equipos. Para ello necesita la información que le proporcionen el director de ventas y el encargado de finanzas, antes de decidirse al respecto.

Queda claro, por consiguiente, que la información es muy importante para una compañía, ya que en base a ella se toman las decisiones. Evidentemente, la información tiene que ser exacta y actual, en tanto que afecta a la conveniencia de la decisión.

Una sociedad inmobiliaria

Como un ejemplo más, consideremos el caso de una sociedad inmobiliaria que concede préstamos para individuos que desean edificar su propia vivienda. Para poder prestar dinero, es evidente

que la compañía debe disponer de efectivo, y supongamos que lo obtiene por los medios siguientes (véase Fig. 1.7):

1) De las personas que invierten (depositan) dinero en la sociedad.
2) Aplicando una tasa de interés a los beneficiarios de los préstamos.
3) Invirtiendo sus propios fondos de reserva (capital) de la manera más conveniente para conseguir más dinero a cambio.

Se necesita diariamente una gran cantidad de información para conservar el equilibrio entre el dinero prestado (gastos) y el dinero obtenido por los tres procedimientos anteriores.

En la figura 1.7 se representa la naturaleza de este proceso. Se recoge la información relativa a la cantidad de dinero que entra en la sociedad inmobiliaria (entrada); esta información es utilizada (procesada) por expertos financieros, y se toman decisiones acerca de la cantidad de dinero disponible para préstamos (salida).

Entrada/proceso/salida

Este sistema tan sencillo de entrada/proceso/salida puede aplicarse a muchas otras compañías y a gran parte de nuestras actividades diarias. Por ejemplo, cocinar un pastel es otro sistema

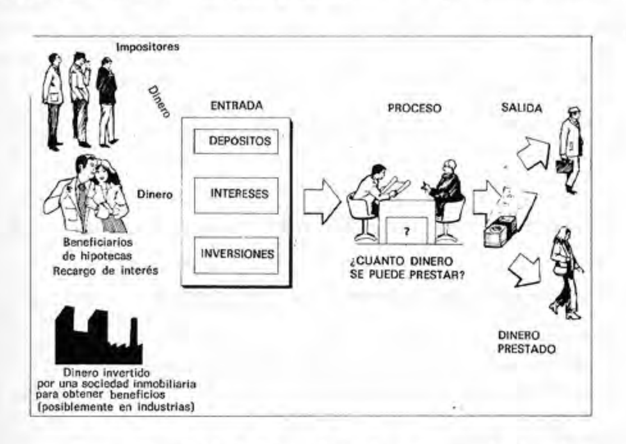


FIG. 1.7. Sociedad inmobiliaria: sistema básico de entrada/proceso/salida.

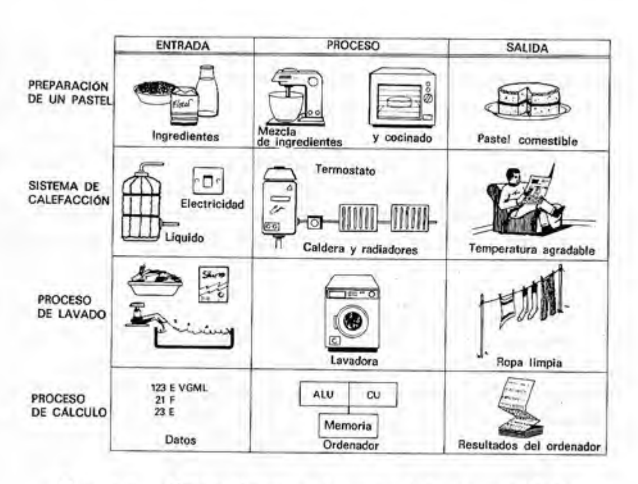


FIG. 1.8. Otros sistemas de entrada/proceso/salida.

sencillo de entrada/proceso/salida. La entrada consiste en reunir todos los ingredientes necesarios, la fase de proceso corresponde a la mezcla de los mismos y su interacción en el proceso de cocina, y la salida es el producto comestible final. En la figura 1.8 se representan otros ejemplos de entrada/proceso/salida.

La secuencia correcta E/P/S es fundamental no sólo en nuestras actividades cotidianas, sino también para que la mayoría de las compañías y empresas funcionen correctamente. Como veremos con detalle en un capítulo posterior, la secuencia E/P/S es también fundamental para los ordenadores, y aunque no hayan sido estudiados todavía, hemos incluido ordenadores en la figura 1.8.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 1

Información.

La información es necesaria para tomar decisiones.

La exactitud de la información condiciona la calidad de las decisiones.

Información y datos.

Codificación de información en forma de datos.

Sistema de entrada/proceso/salida.

Ejercicios

1. *¿Por qué es importante la información para las personas y organizaciones?*
2. *Enumerar cinco fuentes distintas de información.*
3. *Enumerar cinco métodos diferentes para conservar información.*
4. *A menudo es necesario codificar la información en forma de datos. Explicar por qué.*
5. *Poner dos ejemplos de datos explicando su significado.*
6. *Para una determinada aplicación comercial, estudiar sus procedimientos de entrada/proceso/salida.*
7. *Para uno de los casos siguientes, estudiar la información necesaria:*
   a) *Seleccionar los diez discos más vendidos del momento.*
   b) *Fabricar un nuevo producto.*
   c) *Decidir acudir a la oficina o al colegio un día.*
   d) *Decidir dónde ir de vacaciones.*
   e) *Coger un tren.*

2. SISTEMAS MANUALES DE INFORMACIÓN

En el primer capítulo estudiamos la importancia de la información, y vimos que casi toda acción emprendida por un individuo o grupo se basa en la información disponible. También vimos que las compañías recurren a un sistema de entrada/proceso/salida para decidir su línea de actuación. Para ello, la información se recoge de diversas *fuentes* (entrada), se evalúa y procesa (proceso), y finalmente, se emprende una acción como resultado de una decisión tomada (salida).

La primera parte de este capítulo se ocupará de estas tres etapas en relación con una compañía de ventas por correo especializada en la comercialización de semillas.

Al terminar cada estación, se recogen y clasifican las semillas de las flores y hortalizas, para emplearlas en la estación siguiente. La compañía elabora un catálogo completado con fotografías, descripciones y precios de cada artículo. El cliente rellena la hoja de pedido incluyendo las semillas deseadas y la envía a la compañía, frecuentemente acompañada de un cheque para pagar el precio del encargo (véase Fig. 2.1).

El pedido se comprueba para verificar que tanto los artículos como el pago son correctos, en cuyo caso, se pasa al departamento de envíos para despachar las semillas solicitadas al cliente. Si la hoja de pedido no está clara o está incorrectamente cumplimentada, se devolverá al cliente acompañada de una solicitud de aclaración.

Veamos ahora con más detalle la entrada de este procedimiento mencionado algunos de los términos convencionales, utilizados, lo que más adelante nos será útil para relacionarlos con los procesos llevados a cabo con ordenadores, lo que se estudiará en los capítulos 3 y 4.

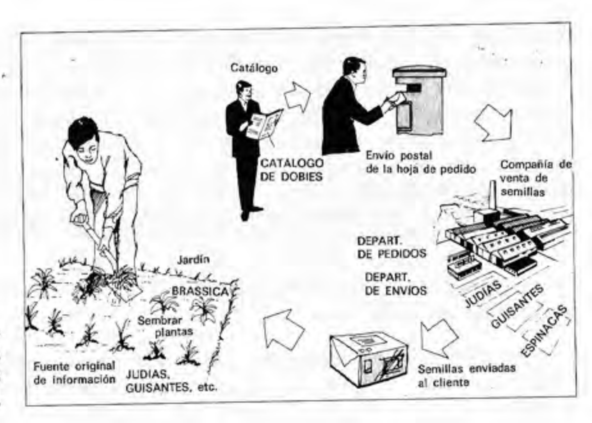


FIG. 2.1. Sistema de ventas por correo.

Entrada de información

Antes de que el cliente reciba las semillas, tiene que proporcionar a la compañía cierta información.

Fuentes de información

Al leer el catálogo, el cliente decide las semillas de flores y hortalizas que desea para la próxima estación. Por ejemplo, decidirá sembrar Alyssum, Marigold y Foxglove, además de espinacas, zanahorias, coles y habas. Hemos visto que la información en origen puede ser demasiado larga; ocuparía mucho espacio si se solicitase de esta forma.

Codificación

Por consiguiente, cada tipo de semilla tiene asignado un número de referencia, que corresponde a información *codificada* (es decir, datos) que el cliente anota en la hoja de pedido. Por ejemplo, en la figura 1.5 vimos que la variedad de habas Red Knight tenía un número de identificación de 3128 para un paquete pequeño y 3129 para un paquete grande.

Preparación

Una vez conocido el código de la información, debe prepararse para su introducción en el sistema de la compañía, el cual

puede ser el de ventas por correo que estamos considerando, un sistema de calefacción, un sistema telefónico, un sistema de investigación de mercados por medio de cuestionarios, etc. En nuestro ejemplo, la preparación consiste simplemente en introducir los números de referencia de los artículos, tomados del catálogo, en el formulario de pedidos. En otras aplicaciones, quizá sea necesario teclear la información codificada (datos) en un sistema de ordenadores, o escribirla en forma de cuestionario.

Validación de datos

Los datos suministrados por seres humanos no son necesariamente correctos. En nuestro ejemplo, es posible que el cliente anote un número equivocado, tal vez uno inexistente.

En consecuencia, cada hoja de pedido tiene que ser verificada (validada) para comprobar que los números de referencia son válidos. Este proceso no puede detectar la entrada de un artículo equivocado, por ejemplo, si se encarga por error la variedad de habas 3132 en lugar de la 3116. El cliente sólo se dará cuenta de ello al recibir las semillas. No obstante, los números incorrectos sí se descubren, en cuyo caso la compañía se lo notifica al cliente.

Proceso de datos y salida

Cuando la hoja de pedido ha sido debidamente verificada, puede pasar a otros departamentos de la compañía, para ser procesada. Se enviará al departamento de distribución, y una segunda copia pasará al departamento de contabilidad, donde se ocuparán de todo lo referente al pago (véase Fig. 2.2).

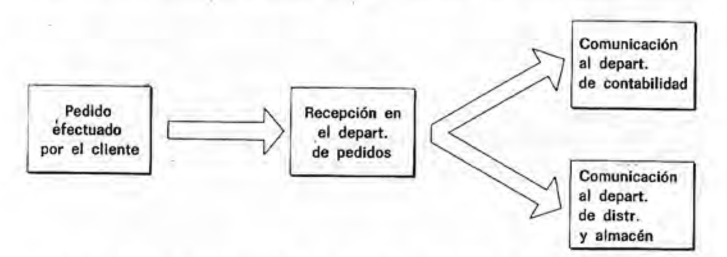


FIG. 2.2. Los diversos departamentos de la compañía requieren notificación de detalles del pedido.

La salida principal de esta compañía corresponde al envío de los paquetes de semillas solicitados por el cliente.

Utilización de archivos

Las compañías, como la del ejemplo considerado, necesitan conservar archivos de todas las ventas efectuadas con objeto de conocer el total vendido en un periodo dado, o durante todo el año.

El concepto de archivo es fundamental en la actividad de la mayoría de las compañías comerciales; entraremos con más detalle en el tema de los archivos.

Los formularios de encargos son utilizados por una compañía para obtener información relativa a ventas y contabilidad, además de servir para saber el género que hay que enviar al cliente. Las cifras de ventas le sirven al director del departamento comercial para determinar los artículos que se venden bien y los que no se venden tanto, para continuar en el primer caso e intensificar la propaganda o disminuir la producción en el segundo caso.

Cada año, todas las compañías tienen que elaborar un informe de ganancias y pérdidas, no sólo para sus propios fines, sino también para hacer su declaración fiscal sobre la que se basan los impuestos que se le aplican. Este tipo de información se conserva en *archivos*. En un sistema manual, el «archivo de pedidos» constará de todas las hojas de pedido recibidas, reunidas y conservadas en el correspondiente armario clasificador o archivador. Muy posiblemente, los pedidos se conserven en carpetas ordenados alfabéticamente.

A continuación pasaremos a comentar algunos de los términos asociados con los archivos.

Archivos

Un *archivo* es una colección de información relacionada; en efecto, un archivo de pedidos contendrá todos los formularios recibidos; el archivo de nómina de una empresa contiene datos relativos a los salarios y sueldos pagados a cada empleado; un archivo de expedientes académicos contiene detalles individuales de un grupo de estudiantes. Así pues, un archivo consta de un conjunto de información relacionada: pedidos, sueldos, expedientes académicos, etc.

Se puede añadir información nueva a un archivo, modificar la ya existente, o eliminarla. Toda la información contenida en

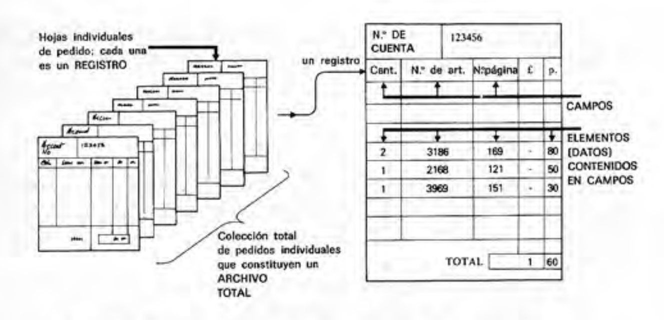


FIG. 2.3. Archivos, registros, campos y elementos.

un archivo o grupo de archivos ayuda a la compañía en cuestión a gestionar sus asuntos (véase Fig. 2.3).

Registros

Un archivo de pedidos consiste en una serie de *registros,* cada uno de ellos equivalente a la información contenida en una hoja de pedido, es decir, nombre y dirección del cliente, número de cuenta, artículos solicitados, e importe total. Un archivo académico contiene el nombre y domicilio de cada estudiante, su edad, sexo, clase, y otros detalles de importancia. Un archivo de nóminas consta de registros individuales que contienen información de un empleado, tal como nombre, departamento, código tributario, régimen laboral, horas de trabajo, contribución, salario bruto, etc. (Fig. 2.4). Por consiguiente, un archivo no es más

FECHA•	SUELDO BRUTO	JUBILACIÓN	CÓD. TRIBUTARIO	DEDUCCIÓN
31/12/83	817.66	50.58	251H	167.10
ABONO NETO A BANCO	SEGURIDAD SOCIAL	TOTAL ABONADO •	NÚMERO S.S.	
567.11	32.87	5671.10	ZT634143A	
NOMBRE	DEPARTAMENTO	DIVISIÓN/NÚM. OPERACIONES		
		01-07958-02		
J.F.SMITH	ADMINISTRACIÓN	IMPUESTOS PAGADOS•		
		1671.00		

posible campo clave único

FIG. 2.4. Nómina; los elementos marcados con un asterisco varían semanal o mensualmente.

que un conjunto detallado de información acerca de un cliente, estudiante, empleado, etc.

Campos

Los registros se dividen a su vez en *campos,* cada uno de los cuales contiene un elemento de información; por ejemplo, el campo de nombre, el campo de domicilio, etc. Evidentemente, el elemento de información contenido en cada campo de cada registro varía de uno a otro. Así, en el caso del archivo de nóminas, el campo de nombre de un registro contiene el nombre de un trabajador, y el registro siguiente contendrá en su campo de nombre el nombre de otro empleado diferente.

La información contenida en un campo de un registro se denomina *elemento* de información.

Campo clave

Para ilustrar este concepto recurriremos a un ejemplo sencillo. Supongamos que se necesita encontrar en un archivo académico (compuesto por una serie de registros, uno por cada estudiante) la información relativa a un estudiante, apellidado Lafora. Puede haber unos treinta estudiantes en el archivo; entonces ¿cómo se obtienen los detalles del estudiante Lafora?

Se puede emplear un campo único, tal como el de nombre, para hallar el registro particular requerido; se acude al archivo que contiene los registros de los treinta estudiantes, que posiblemente esté en una carpeta guardada en un archivador, buscando en cada registro el nombre (elemento) correspondiente al del estudiante cuyo expediente se desea examinar. Cuando coincide el nombre del estudiante en cuestión con el contenido en el campo de nombre, sabemos que se trata del registro buscado.

De manera semejante se procedería en el caso de la compañía de ventas por correo. Si se necesitan averiguar detalles relativos a determinado pedido, habrá que revisar el archivo de pedidos, verificando el campo de nombre de cada registro (pedido) hasta que coincida el nombre contenido en este campo con el nombre del cliente buscado.

El campo especial, utilizado para buscar un registro específico en un archivo compuesto por varios registros, recibe el nombre de *campo clave,* puesto que facilita una clave para hallar un registro particular incluido en un archivo.

Es más fácil encontrar un registro, sobre todo si se emplean ordenadores, cuando el campo clave consiste en un número en

lugar de un nombre. Por esta razón, muchos archivos de ordenador contienen registros con un campo clave consistente en un número único para cada registro.

Cuando una persona ingresa en un hospital, se le asigna un número único, que se incluye en su registro junto con el nombre, dirección, enfermedad, número de sala, médico encargado, etc. En un archivo de nómina, a cada empleado se le asigna un número único de modo que los detalles correspondientes se puedan encontrar buscando el número en lugar de su nombre.

Más sobre archivos

Archivos maestros

Volviendo al caso de la compañía de ventas por correo, el archivo de pedidos contenido en un archivador incluye detalles acerca de cada formulario individual enviado por los clientes. Este archivo se denomina *archivo maestro,* y contiene toda la información disponible sobre los pedidos.

Sin embargo, todos los días llegan pedidos nuevos, y será necesario añadirlos al archivo maestro. Suele ser normal esperar hasta que finalice el mes en curso (o a veces la semana) antes de ejecutar este procedimiento.

Archivos de movimiento

Todos los pedidos recién recibidos se juntan y se almacenan en un archivo temporal que se va elaborando conforme llegan los pedidos, y al final de cada mes, los pedidos contenidos en este *archivo de movimiento* se transfieren al archivo maestro (véase Fig. 2.5). De esta manera, se crea un nuevo archivo actualizado cada mes. Es posible clasificar el archivo maestro por el orden alfabético de los nombres de los clientes o, lo que es más probable, según el número de pedido.

Así pues, una actividad comercial típica implica la transferencia de registros de un archivo de movimiento a un archivo maestro, generando un nuevo archivo maestro.

Una empresa editorial

Como segundo ejemplo, citaremos el caso del mundo editorial. El archivo maestro contiene detalles acerca de cada libro vendido por la compañía en cuestión.

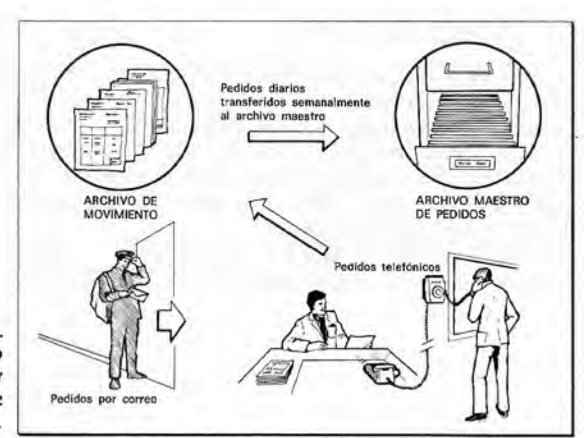


FIG. 2.5. Archivo maestro y archivo de movimiento.

Todos los meses se reúnen directores y editores para comentar las cifras de venta de cada libro, para decidir la reimpresión de ciertos ejemplares con objeto de no quedarse sin existencias y no poder atender a la demanda, y también los libros que no se venden bien, para no volverlos a imprimir o tal vez retirarlos del catálogo de circulación.

Durante el transcurso del mes, al llegar los pedidos de un libro determinado, se conservan en un archivo de movimiento, y al final del mes, se actualiza el archivo maestro añadiendo la información contenida en el de movimiento, de forma que este nuevo archivo generado será el archivo maestro durante el mes siguiente.

El 31 de diciembre suele ser una fecha especial para las editoriales y otras empresas comerciales, puesto que marca el final del año financiero, momento en el que hay que elaborar un informe de cuentas para Hacienda. La compañía debe calcular los beneficios totales del año pasado, y evidentemente, necesitará para ello la información contenida en el archivo maestro.

Proceso de archivos

De lo expuesto anteriormente, podemos identificar dos actividades fundamentales implicadas en el tratamiento o proceso de archivos.

Clasificación/combinación

Los archivos de movimiento deben ser *combinados* con la información contenida en el archivo maestro. Si éste está ordenado alfabéticamente, las hojas individuales de pedido del archivo de movimiento se tendrán que introducir de la misma forma en el maestro. Se acostumbra entonces a *clasificar* el archivo de movimiento en orden alfabético antes de combinar los registros de un archivo con los de otro.

Otra solución consiste en clasificar los archivos según el número de pedido o cliente, como se indica en la figura 2.6.

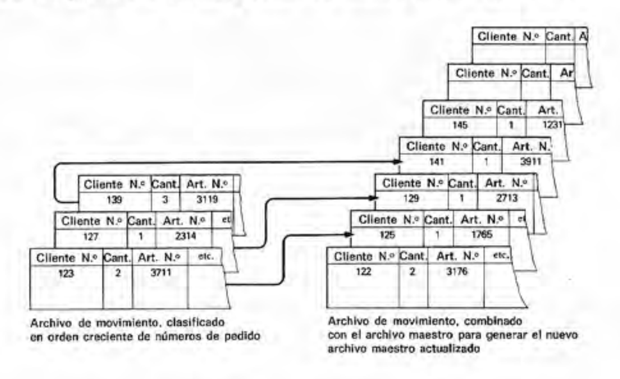


FIG. 2.6. Clasificación y combinación.

Actualización

Combinando los registros del archivo de movimiento con los del archivo maestro, se actualiza el archivo maestro original, proceso que da lugar a la creación de un nuevo archivo. La *actualización* de archivos maestros es otra de las actividades fundamentales de gestión de archivos. En el caso de la compañía editorial, el archivo de ventas se actualiza mensualmente, mientras que un archivo académico puede requerir actualización sólo cuando ingresa o abandona el centro algún estudiante.

Se deduce de lo anterior que la actualización de un archivo no necesariamente implica añadir información, sino posiblemente borrar o modificar información ya existente.

Protección de archivos

La información contenida en los archivos es de vital importancia para la actividad cotidiana de empresas e instituciones, y por consiguiente, se deben tomar precauciones para que dicha información no se destruya a causa de incendios, robos o bombardeos.

En los sistemas manuales, los archivos se duplican y se conservan en lugares protegidos contra fuego, inundaciones, etc., para que en caso de que se produzca alguna catástrofe no se pierda la información. Estudiaremos otros métodos de protección más adelante, cuando nos ocupemos de la conservación de información en archivos de ordenador. La idea fundamental es que la información contenida en archivos no corra peligro de desaparecer de la noche a la mañana.

Hacia los ordenadores

El objetivo principal de este libro es explicar el motivo por el cual la información, tan importante para individuos como para entidades colectivas, depende cada vez más de la utilización de ordenadores; estaremos entonces en condiciones de relacionar los ordenadores con la información. Por consiguiente, el próximo capítulo se dedicará al estudio de la naturaleza de los ordenadores.

Lo que debería estar claro ahora es que la sociedad es cada día más dependiente de la eficiencia y rapidez con que se pueda procesar la información, lo que en realidad significa una mayor dependencia de los ordenadores. Dentro de treinta años, dependeremos tanto de los ordenadores como en la actualidad del petróleo, electricidad y teléfono, lo que conducirá a una notable reorganización de la sociedad. Ciertos adelantos técnicos tienden a ejercer este efecto. Alexander Bell, en 1830, difícilmente pudo haber previsto la reorganización que sufriría la sociedad como consecuencia de su invención del teléfono y de nuestra actual dependencia de este aparato.

Los ordenadores tendrán una repercusión similar. Es importante, pues, que la generación que se está formando ahora, la que tendrá que experimentar esta reorganización durante los próximos treinta años, esté suficientemente preparada para aprender. Es innegable que quienes hereden la sociedad computerizada dispondrán de información procesada por ordenadores en lugar de por seres humanos.

Existen al menos cuatro razones que justifican la creciente

dependencia de la sociedad respecto a los ordenadores, de cuya importancia deben ser conscientes las futuras generaciones.

En primer lugar, la misma facilidad de acceso a los ordenadores, puestos al alcance del hombre de la calle, ha tenido una repercusión notable. El eslogan de una compañía fabricante de ordenadores, Texas Instruments es «Ordenadores para todos». Por primera vez desde su invención, la gente corriente puede tener acceso a las posibilidades de los ordenadores en función del dinero que dispongan para ello.

En segundo lugar, como consecuencia del desarrollo de la microelectrónica, es muy probable que los ordenadores irrumpan en todos los aspectos de nuestras vidas, al ir de compras o al intentar mejorar el rendimiento de una empresa de cualquier tamaño.

En tercer lugar, los microordenadores y la microelectrónica en general han entrado en la sociedad con una rapidez difícilmente previsible incluso por los expertos. Hace muy pocos años, casi nadie había oído hablar de microordenadores, pero en la actualidad es difícil encontrar a alguien que no sepa nada del tema. La velocidad con que se han mezclado con nosotros constituye un fenómeno no igualado por ningún otro avance tecnológico de la historia.

Por último, como la principal ocupación profesional del ser humano consiste en el manejo de información, y como los ordenadores son especialmente idóneos para esta labor, la sociedad acabará por confiar casi por completo en ellos.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 2

Fuente de información.
Codificación de información.
Validación de datos.
Proceso de datos.
Archivo.
Registro.
Campo.
Elemento.
Campo clave.
Archivos maestros.
Archivos de movimiento.
Proceso de archivos.
  Combinación/clasificación/actualización.
Protección de archivos.

Ejercicios

1. *Explicar lo que se entiende por «fuente de información».*
2. *Explicar los siguientes vocablos:*
   archivo, registro, campo, elemento, campo clave.
3. *La policía tiene archivos con registros de los delincuentes conocidos. Explicar al respecto los siguientes puntos:*
   - *Forma de recoger información relativa a los delincuentes a partir de la fuente (el delito).*
   - *Detalles pertinentes para registrar.*
   - *Forma de codificar en datos dichos detalles.*
4. *Definir la finalidad y características de una factura.*
   ¿Cuáles serían los campos que probablemente contendría una factura de una editorial?
   Sugiéranse los elementos de datos contenidos en cada campo.
   ¿Cuál de los campos escogería como campo clave y por qué?
5. *¿Qué se entiende por archivos de movimiento y por archivos maestros?*
6. *¿Qué tipo de actividades se efectúan con los archivos?*
7. *Citar dos razones por las que la sociedad depende cada vez más de los ordenadores.*
8. *Sugerir las precauciones que se tomarían para proteger un archivo manual frente a robo y deterioro.*
9. *Citar ejemplos de fuente de información para una o más de las aplicaciones siguientes:*
   - *un catálogo de ventas por correo;*
   - *un archivo clínico;*
   - *bibliotecas.*
10. *La validación de datos es necesaria antes de poderlos introducir en un sistema.*
    a) *Comentar el motivo.*
    b) *Sugerir varias formas en que los datos tomados en origen podrían introducirse incorrectamente en las situaciones siguientes:*
       un censo; pedidos por correo; historiales clínicos.
    c) *Comentar los efectos de la introducción de datos incorrectos en las aplicaciones anteriores.*
11. *Explicar la finalidad de los archivos maestro y de movimiento en un sistema de gestión de bibliotecas.*
12. *Respecto a una aplicación escogida por el lector, explicar por qué deben clasificarse y combinarse archivos.*
13. *¿Qué significa actualizar un archivo?*
14. *Enumerar algunos campos de una nómina semanal que deban actualizarse semanalmente, y otros que no lo necesiten.*

3. ¿QUÉ SON LOS ORDENADORES?

Uno de los primitivos ordenadores, denominado ENIAC, ejecutó su primer programa el día 15 de mayo de 1949. Su nombre significa *Electronic Numerical Integrator and Calculator* (calculador e integrador numérico electrónico); su construcción, por parte del Ministerio de Defensa de los Estados Unidos en colaboración con la Escuela Moore de Ingeniería Eléctrica, costó aproximadamente medio millón de dólares. Aproximadamente al mismo tiempo, posiblemente un poco antes, se construyó el Manchester Mark I, en la Universidad de Manchester, Inglaterra.

Es interesante hacer notar que varios integrantes del equipo que construyó el ENIAC sugirió que *cuatro* máquinas similares serían suficientes para satisfacer las necesidades de cálculo del mundo entero. No obstante, durante los últimos treinta y cinco años se han fabricado y vendido muchos cientos de miles de ordenadores, y debe haber algo que justifique semejante auge. De hecho, IBM, que aunque sea la mayor es sólo una de las empresas fabricantes de ordenadores, ocupa la séptima posición mundial entre todas las grandes compañías (1979). Las empresas automovilísticas y petrolíferas compiten por los primeros puestos, pero con la aparición de la microtecnología parece ser que las industrias de ordenadores pasarán pronto al primer lugar.

Además, como resultado de esta reciente tecnología, es posible comprar un ordenador de potencia de cálculo similar, si no mayor, que la del ENIAC por unos cuantos miles de pesetas, y de un tamaño que hace posible enviarlo por correo. Volveremos sobre el tema de los microordenadores en el capítulo 6, mientras que por ahora nos ocuparemos de la tecnología de ordenadores en general para ver lo que son y por qué la sociedad depende tanto de ellos.

En 1833 Charles Babbage, profesor de matemáticas en la Universidad de Cambridge, soñó con construir un computador, al que denominó, no obstante, *Máquina analítica,* y con el que pretendía resolver cualquier ecuación que se le introdujese. No

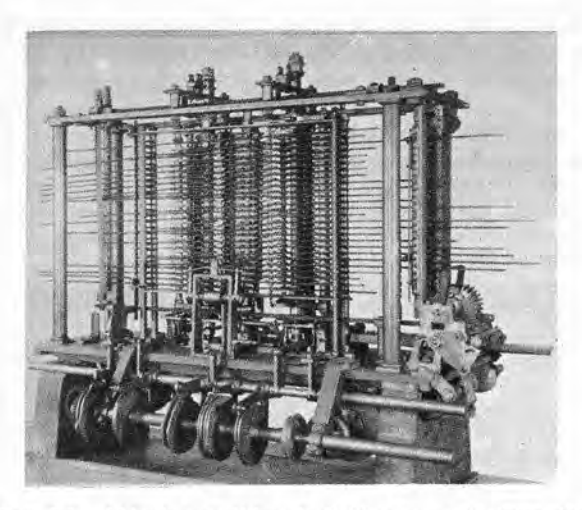


FIG. 3.1. Máquina analítica de Babbage: a principios del siglo XIX era imposible construir un computador exclusivamente mecánico.

pudo completarlo porque en aquella época faltaba algo fundamental: la *electrónica.*

Charles Babbage contaba únicamente con tecnología mecánica, es decir, engranajes, ruedas y palancas. Así y todo, pudo completar una parte de la máquina, expuesta actualmente en el Museo de Ciencias de Londres (Fig. 3.1). Para quien guste de los objetos mecánicos, se trata de una bella máquina, pero queda el hecho de que en 1833 fue imposible construir un ordenador mecánico.

Electrónica

Fue Howard A. Aiken, quien precisamente también procedía de la Universidad de Cambridge, aunque trabajaba en la de Massachussets, el primero en presentar al mundo un intento de fabricar un ordenador, que no era tal en el sentido estricto que damos hoy día a la palabra, puesto que carecía de memoria de almacenamiento de programas.

En la actualidad, la *electrónica* es aún la tecnología más idónea para la construcción de ordenadores. Los componentes

electrónicos, tales como resistores, condensadores, diodos y transistores, son los integrantes de los ordenadores modernos.

No necesitamos saber nada acerca de estos componentes salvo el hecho básico de que se trata de dispositivos de dos estados. Los ordenadores contienen muchos miles —millones en el caso de las máquinas de mayor envergadura— de dispositivos de dos estados.

Dispositivos de dos estados

Un dispositivo de dos estados, o biestable, es semejante a un interruptor de luz. En un instante dado sólo puede hallarse en uno de dos estados posible: activo o inactivo. Una lámpara, el timbre del teléfono, el timbre de la puerta, etc., son otros ejemplos (Fig. 3.2) (¿puede citar el lector otros ejemplos?). En el caso de la bombilla, puede estar encendida o apagada, o sea, puede estar siendo recorrida o no por corriente eléctrica.

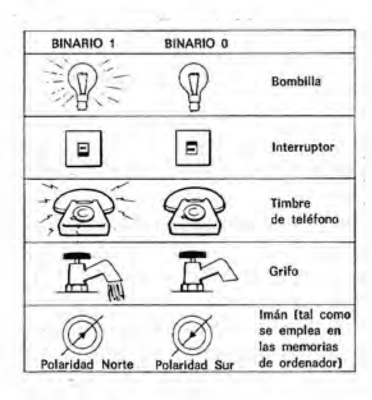


FIG. 3.2.
Ejemplos habituales de dispositivos de dos estados.

Los componentes de los ordenadores son también dispositivos de dos estados porque en cada instante conducen carga eléctrica o no conducen.

Se han escogido los dispositivos de dos estados en lugar de los de tres estados o más, simplemente porque son más fáciles de fabricar, y por consiguiente, más baratos. Uno de los primeros modelos de computadores utilizaba dispositivos de diez estados, pero su coste de fabricación era inaceptable.

A los técnicos de ordenadores no les gusta hablar de cargas

eléctricas, antes bien, representan la presencia o ausencia de carga de otra manera, en sistema *binario*.

Sistema binario

El sistema binario es un sistema de numeración. El prefijo «bi» viene del latín, y significa «dos». Como todo sistema de numeración incluye el cero, los dos únicos dígitos posibles en que puede consistir el *sistema numérico binario* son el cero y el uno (0,1). Esta es una manera muy conveniente de representar los estados internos de los componentes electrónicos biestables.

En el sistema numérico binario, 1 representa la presencia de corriente atravesando el componente, mientras que la ausencia de la misma se representa mediante el dígito binario cero (véase Fig. 3.2).

Con el sistema de numeración decimal (decimal deriva de diez), los diez dígitos, incluyendo el cero, son: 0,1,2,3,4,5,6, 7,8,9, y todo valor puede representarse con estos diez dígitos. Por ejemplo, doscientos cincuenta y tres se puede escribir en sistema decimal como 253.

El sistema binario es capaz también de representar esta cantidad, pero como sólo dispone de unos y ceros, su formato será más largo:

11111101

Volveremos más adelante sobre el sistema binario para ver la forma de representar caracteres además de números (véase página 50). Por el momento, sólo necesitamos saber que los dígitos binarios 0 y 1 constituyen un método muy conveniente de representar la presencia o ausencia de carga eléctrica.

Dispositivos analógicos y digitales

Los computadores se dividen en dos categorías fundamentales: analógicos y digitales. A esta última clase es a la que se suele referir la gente cuando habla de ordenadores. La diferencia entre ambos tipos no es demasiado difícil de entender.

Los *ordenadores digitales* procesan información basada en la presencia o ausencia de carga eléctrica, o como hemos preferido decir, en el dígito binario cero o en el dígito binario 1. Estos dígitos binarios (bits) son cosas separadas o individuales (discretas).

El *computador analógico,* por otro lado, procesa información de carácter continuo, no discreta o separada. Si una enfermera

mide la temperatura corporal con un termómetro, está utilizando un dispositivo analógico. Aunque la temperatura varíe, lo hace de modo continuo. Si lo que hace la enfermera es tomar el pulso, está efectuando un proceso digital, ya que lo que hace es contar impulsos individuales.

Otros dispositivos analógicos pueden ser los barómetros, que miden la presión de la atmósfera; termostatos, que miden la producción continua de calor de un aparato calefactor, etc. Un reloj mecánico, empero, cuenta el número de vueltas que da una rueda, y un torniquete, el número de personas que lo atraviesan, siendo ambos ejemplos de procesos digitales.

Los computadores analógicos encuentran su aplicación principal donde la información es de naturaleza continua (como en física), tal como presiones, temperaturas y niveles de líquidos.

Estructura de un ordenador

A continuación pasaremos a estudiar el diseño, estructura de un ordenador digital. Tal vez la mejor manera sea estudiar la forma en que un ordenador resuelve un problema, en nuestro caso uno sencillo que normalmente no requeriría el empleo de un ordenador, pero que sin embargo nos ayudará a explicar los elementos funcionales de este aparato.

El problema

Supongamos que tenemos una lista de números, como en la figura 3.3, y que nos proponemos averiguar el mayor de todos

HOMBRE		ORDENADOR	
LISTA DE NÚMEROS	INSTRUCCIÓN (verbal o escrita)	NÚMERO DATO	INSTRUCCIONES DE PROGRAMA
21	«Hallar el número mayor de todos éstos»	21	420 LET X = 0
19		19	430 LET I = 0
31		31	440 LET J = 1
42		42	450 IF A(J) < = X THEN 480
8		8	460 LET X = A(J)
111		111	470 LET I = J
119		119	480 LET J = J + 1
79		79	490 IF J < = N THEN 450
83		83	500 RETURN Esta es la versión más corta. Puede haber hasta 15 instrucciones

FIG. 3.3. El ordenador necesita un conjunto de instrucciones mucho más detallado que un ser humano.

Número de identificación (dirección) de una posición

MEMORIA DEL ORDENADOR

0	21	31	Instrucción 1
1	19	32	Instrucción 2
2	31	33	Instrucción 3
3	42	34	
4	8	35	
5	111	36	
6	119	37	
7	79	38	
8	83	39	
9		40	
10		41	
11		42	

Los datos se almacenan en estas posiciones

Las instrucciones se almacenan en estas posiciones

FIG. 3.4. Un ordenador necesita memoria para almacenar o conservar tanto datos (números y texto) como instrucciones de programa. En la memoria de un ordenador, existen muchas posiciones, cada una de ellas definida por un número único (dirección) y ocupada por un elemento de datos o de instrucciones de programa.

ellos. Esto podría ser una de las preguntas de un examen de aritmética para niños de una escuela primaria. ¿Qué es lo que necesitaría un niño para resolver el problema?

En primer lugar, una instrucción: «averigua el mayor número de esta lista», y después, los números en cuestión. Es decir, el ser humano necesita instrucciones y números para poder resolver el problema.

Si el problema se fuese a resolver con el concurso de un ordenador, requeriría también estos dos elementos. En primer lugar las instrucciones, lo que denominamos *programa* en la terminología de ordenadores, y después, la lista de números, denominados *números dato* o simplemente, *datos* (véase Fig. 3.3).

Un ser humano encontraría rápidamente el número mayor utilizando sus ojos y cerebro, pero un ordenador, por ahora, no tiene ojos ni un cerebro que funcione como el humano. Esto implica que hay que proporcionarle un conjunto de instrucciones más detallado, hasta quince en este caso. Dentro de poco comprenderemos el motivo, por ahora, tan sólo necesitamos saber que las instrucciones facilitadas a un ordenador tienen que ser mucho más detalladas que las que se dan a un ser humano.

Partes componentes

Un ser humano necesita memoria para recordar las instrucciones, y lo mismo sucede con el ordenador, así que uno de sus elementos integrantes será la *unidad de memoria* o de *almacena-*

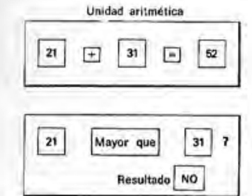


FIG. 3.5. La unidad aritmética es la encargada de los cálculos y la que compara dos números para decidir cuál es el mayor de ellos, el menor, o si son iguales.

miento, como se denomina en ocasiones. La memoria es únicamente un lugar donde conservar o retener información, tal como instrucciones y datos, sin que se verifique ningún cálculo en ella (véase Fig. 3.4).

Recordemos que Charles Babbage deseaba construir una máquina capaz de resolver *cualquier* ecuación. Por consiguiente, debe existir otro elemento capaz de ejecutar las cuatro operaciones aritméticas básicas, es decir, adición, sustracción, multiplicación y división, así como de comparar dos números y decidir cuál es el mayor, el menor, o si son iguales (véase Fig. 3.5).

¿Pero cómo pasarán los números contenidos en la unidad de memoria a la unidad aritmética? Esta es precisamente la finalidad del tercer y último elemento, cuya misión es hacer pasar los números a la unidad aritmética, y una vez ejecutada la operación, transferir el resultado de nuevo a la memoria. Esta parte se llama *unidad de control,* puesto que controla el intercambio de datos entre la unidad aritmética y la de memoria.

También tiene como misión detectar la operación que debe ejecutarse, es decir, controla el empleo de las instrucciones, o en otras palabras, hace lo debido en el momento oportuno.

Unidad central de proceso

Los tres elementos citados, la memoria, la unidad aritmética y la de control son las tres partes integrantes básicas de todo ordenador, y consideradas en conjunto reciben la denominación de unidad central de proceso *(Central Processing Unit* - CPU).

Dispositivos de entrada/salida

¿Cómo llega la información, ya sean instrucciones de programa, números datos o texto a la memoria de la CPU? Unas máquinas especiales, denominadas *dispositivos de entrada* convierten los caracteres normales (tales como los que componen este libro) en combinaciones de cargas eléctricas (representadas por el corres-

pondiente código binario) de forma que puedan almacenarse en los dispositivos biestables existentes en la CPU. Así pues, los dispositivos de entrada convierten los caracteres normales en su equivalente binario y los transfieren a la memoria del ordenador (véase Fig. 3.6).

Más adelante entraremos con más detenimiento en la manera de convertir los caracteres normales a formato binario; por ahora, tenemos que aceptar que como los ordenadores funcionan en sistema binario, los caracteres a que estamos acostumbrados deben ser transformados en representaciones binarias unívocas.

Los *dispositivos de salida* realizan la función contraria, convertir la información binaria del interior del ordenador en caracteres que pueda entender el ser humano.

En resumen, los dispositivos de entrada transforman los caracteres a un formato legible por la máquina, y los dispositivos de salida convierten la información binaria a un formato legible por los seres humanos.

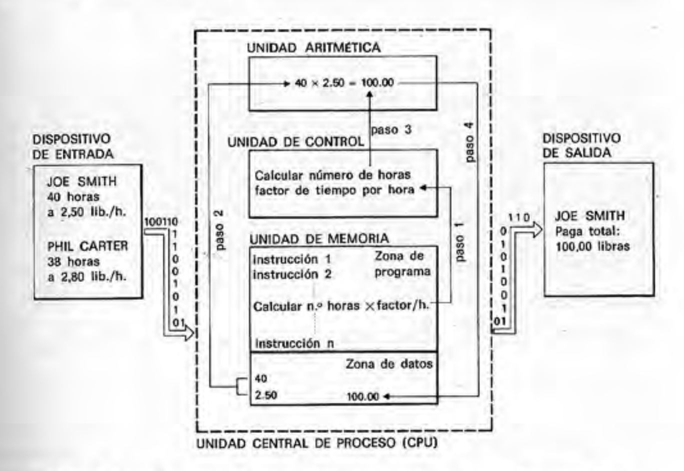


FIG. 3.6. Se necesitan cuatro pasos para cumplir una instrucción:

1. La instrucción pasa a la unidad de control.
2. Se envía una copia de los datos numéricos (40, 2, 50 en este caso) a la unidad aritmética.
3. Se indica a la unidad aritmética que ejecute la multiplicación de ambos números.
4. Finalmente, el resultado (100) se envía a la unidad de memoria.





FIG. 3.7. Teleimpresora. Nótese el teclado tipo QWERTY y las teclas funcionales.

Tipos de dispositivos E/S

Existen diversos tipos de dispositivos de entrada y salida, como veremos más detalladamente en el siguiente capítulo. Por el momento, sólo mencionaremos los terminales de teclado y los sistemas codificadores de barras, dos procedimientos muy extendidos de entrada. El *dispositivo de entrada por teclado* tiene un aspecto muy semejante al de una máquina de escribir ordinaria, exceptuando la presencia de algunas teclas adicionales con las que se «conversa» con el ordenador (véase Fig. 3.7).

Los dispositivos *lectores de código de barras* son frecuente-

mente utilizados en supermercados y grandes almacenes para detectar el número y el precio del artículo adquirido; en este caso se desplaza una varilla por encima de las barras para leer la información contenida en éstas (véase Fig. 4.10).

De entre los dispositivos de salida más comunes empleados citaremos los de pantalla (VDU - *Visual Display Unit),* utilizado, por ejemplo, en sistemas de despacho de billetes de avión o aplicaciones gráficas, y las impresoras, que imprimen los recibos de consumo de electricidad, nóminas, etc.

Es importante en esta etapa percatarse de que el proceso llevado a cabo por un ordenador es, esencialmente, de tipo entrada/proceso/salida. Los dispositivos de entrada sirven para introducir información en la CPU de forma legible por el ordenador, para que pueda ser procesada por el mismo, mientras que la salida de esta fase de proceso se representa visualmente o de forma impresa por medio de algún dispositivo destinado a facilitar la lectura por parte de los seres humanos.

Estos dispositivos E/S, como puede apreciarse en la figura 3.6, no son parte de la CPU, sino que están en la periferia, en el exterior. Por esta razón, se les conoce normalmente como *dispositivos periféricos.*

Memoria limitada

La memoria principal de la CPU es bastante cara, y por este motivo, sus dimensiones suelen ser limitadas. Sin embargo, un ordenador grande (por ejemplo el CDC Cyber 174) puede almacenar internamente hasta un millón de caracteres de información.

Un millón de caracteres puede parecer una cifra muy grande, pero en la práctica resulta pequeña considerando la cantidad de caracteres que maneja un ordenador. Un programa de nómina para unos 1.000 empleados necesita procesar muchos miles de caracteres, y aparte de estos datos, el propio programa debe estar contenido en la memoria principal. En un programa de nómina, esto implica muchos miles de instrucciones de programa.

Una compañía comercial puede tener otros programas comerciales que deba conservar junto con sus archivos de datos, por ejemplo, todo lo relativo a facturación, control de existencias y evaluación de costes. No se espera de la memoria principal que conserve todos estos programas y archivos de datos. En cualquier caso, cuando se apaga el ordenador, la información existente en su memoria interna desaparece, de forma similar a cuando un aparato de televisión «pierde» la información (imagen)

al ser desconectado. Por consiguiente, es necesario conservar la información en dispositivos adicionales de almacenamiento suficientemente capaces para contener, de manera permanente, todos los programas y archivos de datos.



FIG. 3.8. Ordenador completo, consistente en unidad central de proceso, dispositivos de entrada/salida, y dispositivos auxiliares de almacenamiento.

Dispositivos de almacenamiento auxiliar

Los dispositivos adicionales de almacenamiento son de tipo magnético, como por ejemplo, cintas y discos magnéticos; se denominan *dispositivos auxiliares de almacenamiento* y no difieren gran cosa de las cintas domésticas tipo cassette y discos de larga duración empleados en los sistemas de reproducción musical.

Son también dispositivos biestables, en los que la información queda representada por medio de puntos magnetizados con polaridad norte o sur, al igual que los imanes.

Una cinta o disco puede contener gran cantidad de información. Una cinta magnética de 730 metros de largo tiene capacidad para 10-40 millones de caracteres, mientras que un disco puede conservar hasta 200 millones de caracteres. Ambos sistemas son mucho más baratos que la memoria principal de la unidad central de proceso, y también pueden contener mucha más información.

De esta forma, los datos para los diversos programas, junto con los propios programas, pueden conservarse en estos dispositivos, al igual que sucede con las cintas y discos musicales, la información no se pierde al desconectar el aparato, sino que se

puede reproducir una y otra vez. Sin embargo, como puede verse en la figura 3.8, la información contenida en los dispositivos auxiliares debe ser transferida a la memoria principal del ordenador para que la CPU pueda procesarla.

La información contenida en los dispositivos auxiliares debe estar organizada en pequeñas unidades, o de lo contrario, la cantidad total de información sobrepasaría la capacidad limitada de la memoria principal. En el capítulo 5 se estudian con más detalle los sistemas de almacenamiento magnético.

Por el momento sólo necesitamos saber que, dado el coste de fabricación de la memoria principal y su incapacidad para retener permanentemente la información, es necesario recurrir a dispositivos adicionales (o auxiliares) de almacenamiento que contengan *toda* la información requerida por las empresas y usuarios de ordenadores en general de forma permanente.

El ordenador completo

Ya tenemos el ordenador completo, que consta de la CPU (unidad de memoria, unidad aritmética y unidad de control), dispositivos de entrada y salida, y dispositivos auxiliares de almacenamiento, como se ha ilustrado en la figura 3.8.

Hardware/Software: sistema completo de un ordenador

Todos los elementos que aparecen en la figura 3.8 constituyen lo que se denomina *hardware* * de un ordenador. Son los componentes que uno puede ver y tocar al contemplar la instalación de un ordenador, y tienen formas, tamaños y colores diferentes, dependiendo de la imaginación del fabricante.

Sin embargo, el *hardware* del ordenador por sí solo no es de gran utilidad, del mismo modo que un taxi no es más que una máquina, que necesita del conductor para transformarse en una unidad funcional (Fig. 3.9). El *hardware* de un ordenador necesita algo que relacione entre sí las partes para que actúen como un conjunto. Igual que el taxista hace que las diferentes piezas que componen el taxi, tales como engranajes, frenos, volante, etc., funcionen en combinación, el *hardware* necesita algo que haga a todos sus componentes funcionar conjuntamente, como una unidad. El conjunto de programas que «conducen» al orde-

* La Real Academia de la Lengua ha introducido los términos *material* y *logical* como traducción de *hardware* y *software* respectivamente, pero no se suelen utilizar.

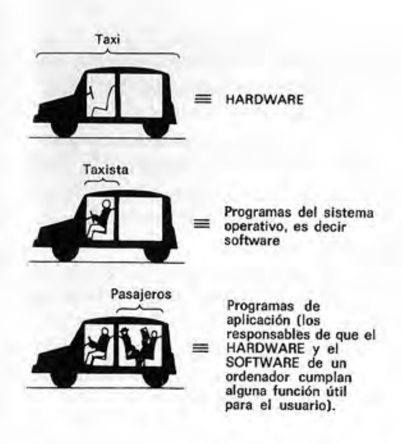


FIG. 3.9. Analogía entre un taxi y un ordenador.

nador se conoce como *programas del sistema operativo* o *software del sistema operativo.*

Sin embargo, un taxi con su conductor no realizan ninguna función útil a menos que haya un pasajero, en cuyo caso el taxista realiza su trabajo y proporciona un servicio llevando pasajeros a sus destinos. El usuario de un sistema ordenador también necesita otros elementos de *software* para poder realizar tareas útiles, los cuales se conocen como *programas de aplicación,* cada uno de los cuales hace que el ordenador desempeñe una función específica, por ejemplo, una nómina, la determinación de la trayectoria espacial de una nave Apolo, control de tráfico, etcétera.

Resumiendo, podemos identificar tres elementos separados en un ordenador:

1. El *hardware* del sistema.
2. *El software* del sistema operativo que «conduce» al *hardware.*
3. Los programas de aplicación que permiten al ordenador realizar funciones útiles.

Funciones de los ordenadores

Conociendo los componentes básicos de un ordenador y de su sistema operativo, estamos en condiciones de apreciar que un ordenador sólo es capaz de ejecutar *cuatro* funciones básicas.

Evidentemente, tienen que ejecutarse las funciones de entrada y salida para introducir la información originada en el mundo externo dentro del mundo interno de la CPU y viceversa.

Como la CPU posee una unidad aritmética, será obviamente capaz de realizar las cuatro operaciones aritméticas básicas.

Cuando se procesan datos, éstos se transfieren de una unidad a otra (bajo el control de la unidad de control).

Finalmente, resulta que los ordenadores son eficientes comparando números, y en función del resultado de la comparación, «decidir» la acción a emprender. En otras palabras, son capaces de tomar decisiones *lógicas,* siempre que estén programados para ello.

Esta última operación podemos explicarla considerando un cruce de calles con los semáforos controlados por ordenador (figura 3.10). En condiciones normales, si el número de coches que pasan por los sensores de la vía principal es menor que, pongamos por caso, 15, el cambio de luces se atiene a una secuencia normal, pero si el tráfico por la vía principal supera las 15 unidades, se supone que se dan condiciones de congestión, y se ajusta la secuencia de cambio de los semáforos de manera que favorezcan el tráfico por la vía principal.

A intervalos predeterminados, el ordenador comparará el número de coches que pasan por encima de los sensores instalados en la vía principal con la constante establecida previamente igual a 15 unidades, y dependiendo del resultado de la comparación el computador, por medio de su programa, decidirá si mantener la secuencia normal de cambio de luces o pasar a la de horas punta.

Independientemente del precio de un ordenador, sea 10.000

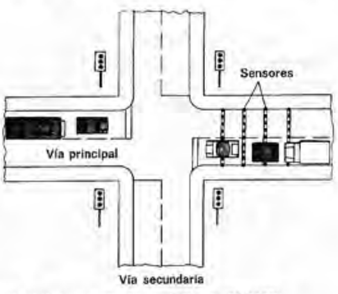


FIG. 3.10. Intersección de tráfico con semáforos controlados por ordenador. Estas decisiones son ejemplos de decisiones lógicas. Se verifican en la unidad aritmética, por lo que su nombre completo es unidad aritmética y lógica (ALU, como en la figura 3.8).

pesetas o 1.000 millones, éstas son las cuatro funciones básicas que es capaz de desempeñar. Las máquinas mayores y más caras lo hacen más rápidamente y poseen memorias de mayor capacidad (es decir, pueden contener más información), pero en última instancia, lo que hacen todos ellos queda reducido a:

— Operaciones de entrada/salida.
— Operaciones aritméticas.
— Comparaciones y operaciones de decisión.
— Transferencia de datos en el interior de la CPU.

A pesar de estar limitados a estas cuatro funciones, hay muchas cosas importantes que los ordenadores pueden hacer:

— Control de tráfico.
— Ayuda al diagnóstico médico.
— Competir con éxito en torneos de ajedrez.
— Proporcionar información de gestión para compañías y organizaciones.
— Controlar la exploración espacial.
— Control de cámaras.
— Producción de hojas de pago.

Lo realmente extraordinario es que todas estas misiones y muchas más las realizan los ordenadores utilizando únicamente sus cuatro funciones básicas. La habilidad (algunos prefieren considerarlo como arte) de programar ordenadores está en la capacidad para descomponer una tarea en un conjunto de interrelaciones entre estas cuatro funciones básicas. Esto puede constituir un gran trabajo, y en algunos casos puede durar varios años.

Utilidad de los ordenadores

En este apartado nos ocuparemos de las características de los ordenadores que hacen de ellos unos instrumentos tan sumamente útiles, a pesar de que la programación suela ser un proceso caro, arduo y en el que se emplea mucho tiempo.

Rapidez

En diciembre de 1979, Stan Barret fue el primer hombre en romper la barrera del sonido en un vehículo terrestre, conduciendo a unos 1.190 km. por hora (330 metros por segundo), pero la velocidad con que viajan las cargas eléctricas en el interior de la CPU es aproximadamente un millón de veces superior, pues se mueven a casi la velocidad de la luz (300.000 km por segundo).

Es precisamente esta velocidad la que permite al ordenador ejecutar muchos miles (incluso millones en las máquinas más grandes) de operaciones por segundo. Un ordenador de grandes dimensiones, el CDC 6.500, puede transferir internamente diez millones de elementos de datos en un segundo. Tales velocidades se salen de la capacidad de nuestra imaginación, de igual modo que no podemos comprender el vasto alcance del espacio y del tiempo. Para medir las velocidades internas de los ordenadores se utilizan los *microsegundos* (millonésimas de segundo) e incluso los nanosegundos (milmillonésimas de segundo; véase Fig. 3.11).

Si recordamos que en esencia los ordenadores ejecutan operaciones aritméticas, de comparación/decisión y de transferencia de datos, entonces este factor de velocidad es fundamental para poder apreciar su utilidad. Gracias a ella disponemos hoy del informe meteorológico de mañana, cuya elaboración requeriría seis meses de cálculos efectuados a mano. Gracias a los ordenadores podemos reservar billetes de avión en cualquier momento, sin tener que hacerlo con meses de antelación.

Milisegundo=una milésima de segundo=1/1000

Microsegundo=una millonésima de segundo=1/1000000

Nonasegundo=una milmillonésima de segundo=1/1000000000

Picosegundo=una millonésima de millonésima de segundo=1/1000000000000

FIG. 3.11. Tiempos de operación de los ordenadores.

Un ejemplo que se cita muy frecuentemente es la ordenación manual de la obra completa de Santo Tomás de Aquino (consistente en unos 13 millones de palabras), trabajo que ocuparía a quince estudiantes cuarenta años, mientras que con la ayuda de un ordenador esta tarea la realizaron unos pocos estudiantes en menos de un año. Así pues los ordenadores, gracias a su gran velocidad, nos permiten tener acceso hoy al conocimiento de mañana, dentro del lapso de nuestra vida. ¿Cuántos de los quince estudiantes estarían vivos al cabo de los cuarenta años para ver consumado su trabajo?

Almacenamiento y recuperación de información

Otra posibilidad importante es que los ordenadores son capaces de almacenar inmensas cantidades de información, de

forma que se pueda examinar entera o seleccionar un detalle particular en pocos segundos. Los detalles se van acumulando, y no sólo por parte de departamentos administrativos; la ciencia por sí sola genera unos seis millones de hechos nuevos al año, de forma que ha llegado a ser más caro conservar la información que generarla.

En la actualidad, siempre que sea posible se utiliza el microfilm para reducir el volumen de papel, pero no deja de ser una solución temporal. La gran ventaja de los ordenadores es que pueden almacenar inmensas cantidades de información de modo compacto. Para hacer frente a la información que se generará en el futuro, tendremos que emplear cada vez más la tecnología informática, de forma que no sólo se almacenará la información, sino que estará a nuestro alcance con sólo pulsar un botón o quizá solicitarlo verbalmente.

Diligencia

Como tercera característica, los ordenadores, a diferencia de los débiles seres humanos, no se aburren ni se cansan, ni pierden concentración cuando se dedican a tareas muy repetitivas. Si un ordenador tiene que efectuar cálculos que implican un millón de números, ejecutará el primer cálculo con la misma disposición que el último, lo que nos permite depositar en los resultados producidos por un ordenador una confianza que nunca concederíamos a un ser humano.

Exactitud

Evidentemente, a los medios de comunicación les encanta resaltar los «errores» cometidos por los computadores, tales como la demanda de «depositar 0,00 ptas antes de treinta días o de lo contrario se emprenderá procedimiento judicial...». Sin embargo, un ordenador sólo hace lo que se le dice que haga. Si los humanos que diseñan una aplicación cometen un error, por ejemplo al planificar un sistema de facturación, no es honrado achacar la culpa a los ordenadores, los cuales, correctamente programados, son mucho más precisos que los seres humanos.

Así pues, estas características de rapidez, capacidad de almacenamiento y acceso a la información, diligencia y exactitud son las virtudes de los ordenadores, las responsables de nuestra dependencia de ellos.

Definición de un ordenador

Queda aún un punto por comentar para apreciar plenamente lo que es un ordenador. Muchos diccionarios tienden a resaltar su función calculadora (frecuentemente se utiliza la palabra «computadores»). Nos tienen que perdonar si ésta es la imagen que damos, especialmente al insistir en que se utiliza el sistema binario para representar la información conservada, que sus operaciones principales son aritméticas y de comparación, y que los primeros ordenadores se diseñaron especialmente para efectuar cálculos.

Sin embargo, no podemos confundir un método de codificar información y las operaciones básicas de un ordenador con su capacidad fundamental de manejar información. Un ordenador es un aparato especialmente idóneo para tratar información, y antes que nada se puede decir que es, básicamente, un *procesador de información*. Es decir, puede recibir información, realizar ciertas operaciones básicas con ella, y producir unos resultados dependientes de un programa predeterminado. Cuanto más difícil sea para la mente humana manipular y clasificar la información, más

VELOCIDAD. Los ordenadores trabajan con una rapidez increíble, ejecutando cientos, miles e incluso millones de cálculos por segundo.

ALMACENAMIENTO. En los dispositivos auxiliares de memoria se pueden almacenar cantidades ilimitadas de datos, de tal forma que una vez registrado un elemento de información no se olvida jamás.

CONSTANCIA. Al contrario que los seres humanos, los ordenadores no se aburren ni se cansan cuando ejecutan muchos miles de cálculos; son, pues, ideales para realizar tareas de carácter repetitivo.

PRECISIÓN. La fiabilidad de los ordenadores es muy alta. Son los programas o los datos incorrectos los que introducen errores; por lo tanto, no hay que creer todo lo que diga un ordenador.

FIG. 3.12. Características de los ordenadores.

necesario será confiar en el ordenador. Un ejemplo muy apropiado es la cirugía general.

Normalmente, la información relativa a cada paciente se «almacena» en sobres de unos doce por veinte centímetros, en cuyo exterior existen zonas donde se anota el nombre y domicilio del paciente, número de filiación a la seguridad social, profesión, nombre del médico encargado y código de provincia, y dentro del cual se guarda un formulario donde el médico anota la fecha de la consulta, declaración del paciente, tratamiento, etc. Todos los datos pertinentes del historial deben estar registrados en el

formulario junto con la documentación correspondiente, análisis, etcétera. Es bien sabido que los cirujanos son personas muy ocupadas. En efecto, una intervención quirúrgica puede durar dos horas y media, tiempo durante el cual pueden ingresar muchos pacientes. La Asociación Británica de Médicos (BMA - *British Medical Association*) ha llegado a la conclusión estadística de que a cada paciente le corresponden diez minutos de cirugía. Al llegar cada paciente a la consulta, el sobre que contiene su historial debe estar disponible sin demoras para que todo tratamiento prescrito por el doctor (o interno) tenga en cuenta cualquier tratamiento previo.

Un amigo mío, médico interno, me ha hecho notar los peligros que entraña este sistema tan primitivo de almacenamiento de datos: cuando ingresa un paciente con un historial lleno de datos, el médico puede tardar más de diez minutos sólo leyéndolo. Los documentos no están necesariamente ordenados cronológicamente, ni tampoco los informes médicos previos. No es raro que todo ello esté confuso; podemos pensar que el médico recuerda mentalmente todos los detalles, pero por término medio cada médico tiene unos 500 pacientes.

Los tratamientos previos están anotados a mano, con la consiguiente posibilidad de que la escritura sea difícilmente legible, y en algunos casos ni siquiera están anotados por la sencilla razón de que el médico de cabecera no ha tenido tiempo para anotar meticulosamente los detalles relativos a cada paciente. Este sistema tan arcaico es tan propicio a la computerización que, en beneficio de médicos y pacientes, debe adoptarse.

Si el historial se conservase en ordenador, el médico sólo tendría que solicitar el registro pertinente y, en cuestión de segundos, tenerlo a la vista con todos los detalles importantes, enfermedades padecidas con anterioridad, alergia a determinados medicamentos, fármacos y dosis administradas en la actualidad, reducción de la dosis de algún medicamento con objeto de evitar efectos tóxicos, informes de hospitales, fechas de revisión de tratamientos, y así sucesivamente; o sea, circunstancias que no se puede esperar que el médico recuerde para 2.000 o más pacientes. En un sistema computerizado, el médico, sólo con pulsar unas teclas, tendrá a la vista los detalles que le interesan en lugar de enfrentarse a una confusión de datos. El ordenador tradicional de gran tamaño podría ser útil, pero no sería económicamente rentable; sin embargo, los microordenadores resultan en estos casos sumamente efectivos en relación a su precio. De esto nos ocuparemos en el capítulo 6.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 3

Electrónica.
Dispositivos biestables.
Ordenadores digitales.
Computadores analógicos.
Unidad de memoria.
Unidad aritmética.
(unidad lógica y aritmética - ALU.)
Unidad de control.
Unidad central de proceso (CPU).
Aritmética binaria.
Sistema numérico binario.
Programa.
Datos.
Hardware/Software.
Dispositivos de entrada/salida.
Unidades periféricas.
Dispositivos auxiliares de almacenamiento.
Software del sistema operativo.
Programas de aplicación.
Microsegundos.
Procesador de información.

Ejercicios

1. *¿En qué tipo de tecnología confiaba Charles Babbage cuando intentó construir su «computador»?*
2. *¿Qué tipo de tecnología se ha venido empleando desde la década de los años cuarenta para construir ordenadores?*
3. *Explicar el vocablo* dispositivo biestable. *Citar tres ejemplos de dispositivos biestables.*
4. *¿Por qué el sistema binario es un procedimiento útil para representar la información contenida en un ordenador?*
5. *Para resolver un problema con un ordenador, ¿qué dos elementos esenciales se requieren?*
6. *¿Qué significan las siglas CPU?*
   ¿Cuáles son las tres unidades que componen la CPU?
7. *¿Cuáles son las funciones de los dispositivos de entrada y salida?*
8. *¿Por qué son necesarios los sistemas auxiliares de almacenamiento en los ordenadores?*
9. *Citar dos tipos comunes de dispositivos de almacenamiento magnético.*
10. *Explicar los siguientes términos:* hardware, software.

11. *Estudiar la figura 3.8. Enumerar a continuación las operaciones básicas y fundamentales que un programador debe ser capaz de prescribir para dar instrucciones a un ordenador.*
12. *Las instrucciones de comparación/decisión permiten que un ordenador «decida». Discuta con sus compañeros dos aplicaciones que utilicen este tipo de operación.*
13. *Enumerar tres características de los ordenadores que sirvan para estimular a los seres humanos a utilizarlos para resolver problemas.*
14. *Explicar la utilidad de la velocidad interna de los ordenadores.*
15. *Explicar la razón de la exactitud de los ordenadores, a pesar de lo que digan los periódicos.*
16. *¿Por qué son más dignos de confianza los resultados producidos por un ordenador que los producidos por seres humanos? Supóngase que tanto el programa como los datos suministrados son correctos.*
17. *¿Cuál consideraría la definición más exacta de un ordenador?*
    - *Una calculadora electrónica.*
    - *Un procesador de información.*
18. *Comentar una aplicación que demuestre que un ordenador es un procesador de información.*
19. *Suponga que es usted un paciente de un hospital y que la enfermera tiene que tomarle la temperatura y el pulso. Indique en cada caso si se trata de un proceso analógico o digital.*

4. DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA

Ya hemos visto que los ordenadores son aparatos electrónicos capaces de registrar la presencia o ausencia de carga eléctrica, y que además, estas cargas pueden representarse convenientemente por medio del sistema binario. Generalmente, el dígito binario uno (1) representa la presencia de carga eléctrica, y el dígito binario cero (0) la ausencia. Estos dos dígitos binarios (1 y 0) se denominan *bits.*

En nuestras actividades cotidianas, utilizamos muchos símbolos distintos:

— Las letras del alfabeto, A-Z.
— Los dígitos decimales, 0-9.
— Signos de puntuación . , ( ) ; : !, etc.
— Símbolos matemáticos y científicos, + — × ÷ = > <, etcétera.

De un modo u otro, todos estos símbolos tienen que ser representados en sistema binario en el interior del ordenador, lo que no es tan difícil como pudiera parecer a primera vista. Después de todo, a menudo representamos nuestros pensamientos y palabras mediante una gran diversidad de métodos. Las secretarias emplean la taquigrafía para representar al dictado sonidos vocales; se utilizan el código Morse y el sistema Braille para representar las letras del alfabeto. Las partituras representan sonidos musicales. Entonces, ¿hay algún motivo que pueda inducir a pensar que el sistema binario es algo misterioso? Antes de explicar lo sencillo que resulta representar los símbolos habituales en sistema binario es necesario que conozcamos un aspecto fundamental de este sistema, lo que nos ayudará a comprender cómo se pueden convertir los símbolos habituales, o *caracteres* (como los llamaremos a partir de ahora) en combinaciones de dígitos binarios.

N.º DE COMPONENTES BIESTABLES		POSIBLES COMBINACIONES BINARIAS ÚNICAS	COMBINAC. TOTALES
1	▮	ON = 1	2
		OFF = 0	
2	▮~~▮	OFF OFF = 0 0	4
		OFF ON = 0 1	
		ON OFF = 1 0	
		ON ON = 1 1	
3	▮~~▮~~▮	OFF OFF OFF = 0 0 0	8
		OFF OFF ON = 0 0 1	
		OFF ON OFF = 0 1 0	
		OFF ON ON = 0 1 1	
		ON OFF OFF = 1 0 0	
		ON OFF ON = 1 0 1	
		ON ON OFF = 1 1 0	
		ON ON ON = 1 1 1	

FIG. 4.1. Dispositivos biestables.

Codificación en sistema binario

Observemos la figura 4.1. Un componente biestable puede representar dos elementos únicos de información 1 ó 0. Dos componentes vinculados pueden representar *cuatro* elementos únicos de información, tres componentes pueden llegar hasta *ocho* elementos, y así sucesivamente. ¿Puede verse la regla que determina el número de elementos representables? Añadiendo un componente biestable duplicamos el número de combinaciones binarias únicas que se pueden producir.

Un componente biestable nos da 2 combinaciones únicas; añadimos otro componente (ahora tenemos 2 componentes biestables) y podremos producir 4 combinaciones únicas. Si se añade otro componente más, duplicamos el número anterior de combinaciones y tendremos la cifra de 8 combinaciones.

Cuatro componentes proporcionan 16 combinaciones únicas (es decir, 2 × 8).

Cinco componentes proporcionan 2 × 16 = 32 combinaciones.

Seis componentes proporcionan 2 × 32 = 64 combinaciones únicas.

Cada una de estas combinaciones únicas se emplea para representar uno de nuestros caracteres habituales.

Si tenemos en cuenta que el lenguaje de programación denominado Fortran consta de sólo 47 caracteres (véase Fig. 4.3), veremos que con un grupo de seis componentes —que proporcionan 64 combinaciones binarias únicas— será suficiente. Un grupo de cinco componentes nos daría 32 combinaciones, que no

bastan para los 47 caracteres que componen el lenguaje Fortran.

Estos 47 caracteres constituyen el *conjunto de caracteres* del Fortran.

Los sistemas de ordenadores suelen emplear agrupaciones de ocho bits para representar los caracteres, aunque algunos utilicen grupos de seis bits. Estos grupos de seis u ocho bits se denominan frecuentemente *bytes* *. Los sistemas de proceso de palabras que requieren tanto mayúsculas como minúsculas utilizan bytes de ocho bits, y por consiguiente pueden representar hasta 256 caracteres únicos.

En la figura 4.6 se ilustra esquemáticamente el aspecto posible de la memoria principal contenida en la unidad central de proceso, pudiéndose apreciar cierta semejanza con un panal de abejas. Cada célula contiene al menos un byte; dicha célula se conoce como *posición* de memoria.

Una posición puede contener tanto una instrucción como un elemento dato (correspondiente a un texto o a un número), y cada posición (o *palabra,* como también se denomina en ocasiones) consiste de cierto número de bits, por lo general 8, 16, 24, 32, 36 o incluso 64. El número de bits que contiene una palabra se conoce como *longitud de palabra.*

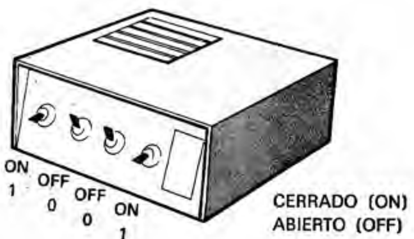


FIG. 4.2. Dispositivo consistente en cuatro componentes biestables, mostrando una de las combinaciones únicas.

En la figura 4.7 aparece un ejemplo de memoria de una CPU auténtica, concretamente una memoria de núcleos magnéticos. Aunque en la actualidad ya no se utiliza tanto como antes, este tipo de memoria está compuesto por cientos de pequeños núcleos de ferrita (anillos de hierro) magnetizados con polaridad norte o sur (Fig. 3.2), es decir, cada núcleo individual representa el

* En el caso de agrupaciones de ocho bits se emplea también, aunque con menos frecuencia que el vocablo inglés, el término *octeto.* A lo largo del texto utilizaremos la palabra *byte* para mayor generalidad. *(N. del T.)*

FORTRAN	BASIC
A B C D E F G H I J K	A B C D E F G H I J K
L M N O P Q R S T U	L M N O P Q R S T U
V W X Y Z	V W X Y Z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
( ) * + - / £ , = .	( ) * + - / £ , = .
«espacio»	«espacio»
	; > < ↑ ↓ " :

FIG. 4.3.
Caracteres y símbolos utilizados en dos lenguajes de programación muy comunes.

dígito binario 1 ó el 0. Estos anillos se pueden agrupar de ocho en ocho, para dar lugar a bytes de ocho bits u octetos (véase figura 4.7) o de seis en seis, para dar bytes de seis bits.

Un *dispositivo de entrada,* entonces, debe transformar los caracteres habituales en combinaciones unívocas de bits, de forma que puedan ser contenidos en la memoria principal del ordenador. Por suerte, los usuarios de ordenadores no necesitan conocer la combinación particular que corresponde a cada carácter, tarea asignada al dispositivo de entrada.

Un *dispositivo de salida* se encarga de la función opuesta, es decir, convertir las combinaciones binarias a un formato inteligible para el ser humano.

Dispositivos de entrada

Existen en la actualidad muchos tipos de dispositivos que permiten a la memoria central leer información. Uno de los más extendidos es el de *teclado.*

Dispositivos de teclado

El *dispositivo de teclado* es muy parecido a una máquina de escribir ordinaria con su típica disposición de letras (teclado QWERTY), como el de la figura 3.7. Se denomina de este modo porque los seis primeros caracteres de la segunda línea son precisamente Q-W-E-R-T-Y. Posee los caracteres habituales que se encuentran en una máquina de escribir (A-Z, 0-9, y símbolos especiales tales como los signos de puntuación) además de las *teclas de función,* que permiten establecer comunicación (on-line, en línea o en modo conversacional) con el ordenador.

Al teclear los caracteres pulsando el teclado, aparecen en una pantalla (similar a la de un receptor de televisión) o en un papel enrollado, por medio de un dispositivo impresor. En el

Descripción del carácter	Símbolo impreso	Combinación de bits en el interior de la máquina	Descripción del carácter	Símbolo impreso	Combinación de bits en el interior de la máquina
Cero	0	00 0000	En	@	100000
Uno	1	00 0001		A	100001
Dos	2	00 0010		B	100010
Tres	3	00 0011		C	100011
Cuatro	4	00 0100		D	100100
Cinco	5	00 0101		E	100101
Seis	6	00 0110		F	100110
Siete	7	00 0111		G	100111
Ocho	8	00 1000		H	101000
Nueve	9	00 1001		I	101001
Dos puntos	:	00 1010		J	101010
Punto y coma	;	00 1011		K	101011
Menor que	<	00 1100		L	101100
Igual	=	00 1101		M	101101
Mayor que	>	00 1110		N	101110
Interrogación	?	00 1111		O	101111
Espacio		01 0000		P	110000
Exclamación	!	01 0001		Q	110001
Comillas	"	01 0010		R	110010
Valor arbitrario	#	01 0011		S	110011
Libras	£	01 0100		T	110100
Porcentaje	%	01 0101		U	110101
«and» (y)	&	01 0110		V	110110
Apóstrofo	'	01 0111		W	110111
Abrir paréntesis	(	01 1000		X	111000
Cerrar paréntesis	)	01 1001		Y	111001
Asterisco	*	01 1010		Z	111010
Más	+	01 1011	Abrir corchetes	[	111011
Coma	,	01 1100	Dólares	$	111100
Guión/menos	—	01 1101	Cerrar corchetes	]	111101
Punto	.	01 1110		↑	111110
Diagonal (opción)	/	01 1111		↓	111111

FIG. 4.4. En esta página y la siguiente, puede verse un ejemplo de conjunto de 64 caracteres, utilizando un grupo de seis bits para su representación.

caso de la pantalla, la combinación de teclado y pantalla se conoce comúnmente como VDU (*Visual Display Unit* - unidad de representación visual), y cuando se emplea un dispositivo de impresión gráfica, el conjunto se llama *teletipo* o *teleimpresora* (véase Fig. 3.7).

El teclado es el dispositivo de *entrada,* mientras que la pantalla o impresora es el de *salida.*

El dispositivo de salida no sólo facilita una representación de lo que se ha tecleado, también muestra la respuesta del ordenador. En algunas máquinas, la entrada aparece en minúsculas, y la salida proporcionada por el ordenador en mayúsculas, lo que ayuda al usuario a distinguir entre el texto por él tecleado y el producido por el ordenador.

En algunas aplicaciones se requiere una copia impresa (también llamada copia *permanente*) de la salida del ordenador; por ejemplo, un conjunto de cifras de venta, para que el encargado de

0	00	000	0000	00000	000000	100000
1	01	001	0001	00001	000001	100001
	10	010	0010	00010	000010	100010
	11	011	0011	00011	000011	100011
		100	0100	00100	000100	100100
		101	0101	00101	000101	100101
		110	0110	00110	000110	100110
		111	0111	00111	000111	100111
			1000	01000	001000	101000
			1001	01001	001001	101001
			1010	01010	001010	101010
			1011	01011	001011	101011
			1100	01100	001100	101100
			1101	01101	001101	101101
			1110	01110	001110	101110
			1111	01111	001111	101111
				10000	010000	110000
				10001	010001	110001
				10010	010010	110010
				10011	010011	110011
				10100	010100	110100
				10101	010101	110101
				10110	010110	110110
				10111	010111	110111
				11000	011000	111000
				11001	011001	111001
				11010	011010	111010
				11011	011011	111011
				11100	011100	111100
				11101	011101	111101
				11110	011110	111110
				11111	011111	111111

FIG. 4.5. Todas las combinaciones posibles para grupos de uno a seis componentes biestables.

ventas, en este ejemplo, pueda estudiarlas de camino a casa, en su hogar o en la oficina.

En otras aplicaciones en las cuales se genera poca información de salida y no existe la necesidad de una copia permanente, un sistema VDU será posiblemente la mejor solución, como por ejemplo, en sistemas de reserva de billetes de avión, donde el encargado únicamente necesita saber si quedan plazas libres en un vuelo determinado.

Terminales portátiles

Una variante del dispositivo de teclado es el terminal portátil (figura 4.8), mucho más peqeueño y con menos teclas. Se diseñó

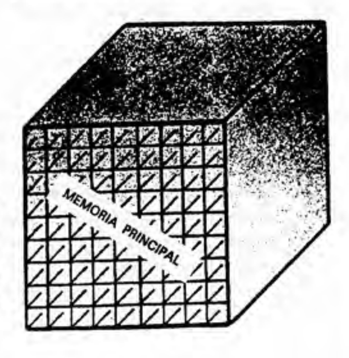


FIG. 4.6. Concepto de memoria interna, compuesta por muchas posiciones que consisten en un grupo de bits. Cada posición contiene un número, carácter o instrucción de programa.

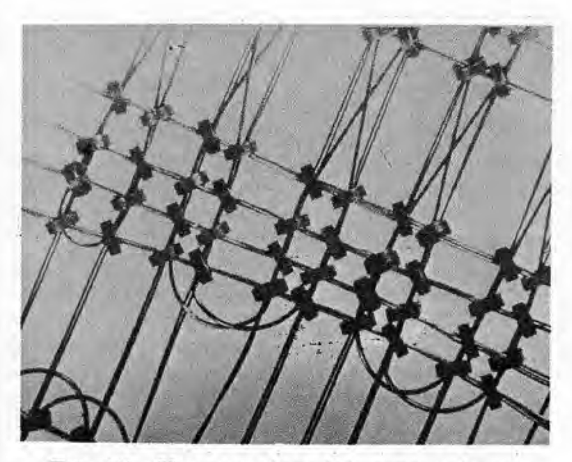


FIG. 4.7. Una memoria real de computador consistente en grupos de ocho anillos de hierro (núcleos de ferrita), cada uno de los cuales puede representar un carácter.

originalmente para facilitar la entrada de datos relativos al control de existencias. Como no lleva cables exteriores conectados, se puede llevar encima con facilidad por toda la dependencia, permitiendo al encargado introducir datos en cualquier momento. Posee una pequeña memoria para registrar la información introducida por mediación de las teclas. Cuando se ha introducido (tecleado) toda la información, el terminal portátil se acopla al ordenador central por medio de un enlace telefónico, y entonces transferirá la información que conservaba en su memoria.

Códigos de barras

En la figura 4.9 se representa un código de barras típico. Los *códigos de barras* consisten en barras (líneas) blancas y negras de espesor y separación variables. Para ayudar al lector humano, se suele representar debajo de las barras el código al que representan. Los códigos de barras son leídos por un lápiz especial (varilla fotocaptora) y a veces por un dispositivo explorador.

La varilla o lápiz fotocaptor (Fig. 4.10) posee un extremo sensible a la luz que al pasarse por encima de las barras produce una señal de voltaje compuesta por secuencias de niveles binarios de tensión dependientes del grosor y separación de las líneas

blancas y negras. Esta secuencia se puede decodificar para generar una secuencia de dígitos binarios.

Con el dispositivo explorador (*«scanner»*), el objeto que contiene el código de barras se hace pasar frente a una ventana, debajo de la cual hay un aparato que emite un haz luminoso. La luz reflejada por las barras, detectada por un dispositivo fotosensible, se transforma en una combinación de dígitos binarios. Frecuentemente, la ventana se instala en una caja registradora o sobre alguna otra superficie (véase Fig. 4.11).

Existen muchas aplicaciones para estos dispositivos. Los códigos de barras sirven para identificar artículos en supermercados y otras aplicaciones de ventas al detall, lo que puede ser útil en el punto de venta (caja registradora) y en los almacenes para proporcionar información acerca de las existencias (véase Cap. 7). También son útiles en bibliotecas y para controlar la distribución de medicamentos en hospitales.



FIG. 4.8. Terminal portátil o manual; este modelo particular se denomina terminal de entrada de pedido. (Cortesía de Unichem.)



FIG. 4.9. Dos códigos de barras.



FIG. 4.10. Lectura de un código de barras mediante un lápiz fotocaptor.

Tarjetas perforadas/cinta de papel

Aunque la utilización de tarjetas y tiras de papel perforadas es anterior a los ordenadores, en ciertas aplicaciones fueron los primeros sistemas de entrada y salida en los primitivos ordenadores. Las tarjetas perforadas ya habían sido empleadas por Joseph Jacquard para controlar el funcionamiento de telares ya en 1804. Charles Babbage había previsto su empleo con su máquina analítica en 1833, y Herman Hollerith utilizó en 1880 el principio de codificación de información en tarjetas perforadas para la elaboración del censo norteamericano de 1890. Las tarjetas perforadas que se utilizan hoy día siguen llevando su nombre, y puede verse una de ellas en la figura 4.12.

La cinta de papel se empleó en sistemas telegráficos allá por 1830, y hasta la aparición de los dispositivos de teclado, la cinta y las tarjetas perforadas eran el sistema más utilizado con los ordenadores. En la actualidad siguen usándose en ciertas aplicaciones comerciales y de diseño gráfico.

Las *tarjetas perforadas* tienen 80 columnas y 12 filas. Cada columna (véase Fig. 4.12) posee capacidad para un carácter, representado unívocamente por una combinación de orificios practicados en la columna. Un orificio significa «1», y su ausen-

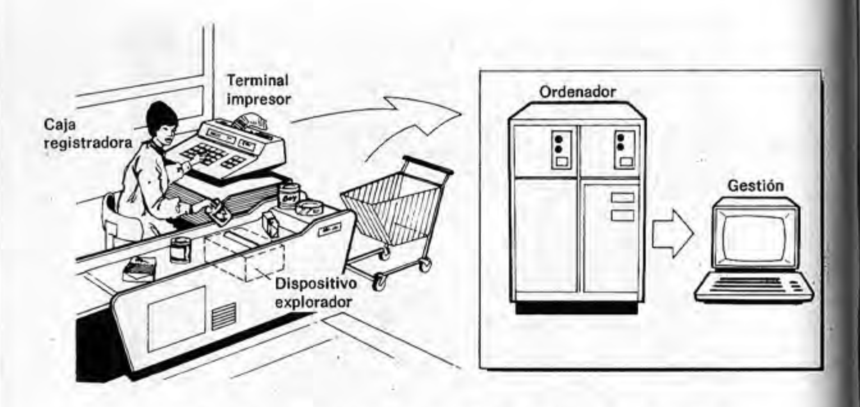


FIG. 4.11. Lectura de un código de barras por medio de un dispositivo explorador.

cia «0». Los caracteres se representan, como puede apreciarse en la figura 4.12, mediante una combinación de uno, dos o tres agujeros. Existen también tarjetas o fichas de 40 y 96 columnas, aunque 80 sea la cantidad estándar.

La *cinta de papel* posee una serie de columnas (pistas) *a lo largo* de la misma (Fig. 4.13), con 5, 6, 7 o tal vez 8 posiciones de pista a lo largo de la cinta (sin contar los orificios de arrastre) dependiendo del sistema particular. Al igual que en las tarjetas, la presencia de un orificio representa el dígito binario uno, y la ausencia corresponde al cero. De esta forma, todo carácter consistirá en una combinación única de dígitos binarios.

La velocidad de funcionamiento de los sistemas lectores de tarjetas varía entre 200 y 2.000 tarjetas por minuto; esto supone una considerable rapidez, sobre todo con los valores del extremo superior de la gama, y todo un éxito de los dispositivos electromecánicos involucrados. Por su parte, los lectores de cinta pueden alcanzar hasta 2.000 caracteres por segundo.

Las tarjetas y cintas de papel se utilizan cada vez menos por culpa del trabajo adicional que supone la perforación y verificación. Normalmente, los datos que se pretenden introducir por medio de fichas perforadas, por ejemplo, se escriben en formularios especiales, denominados *formularios de codificación.*

A partir de estos formularios, se teclea la información en un dispositivo especial conocido como *perforadora,* aparato que

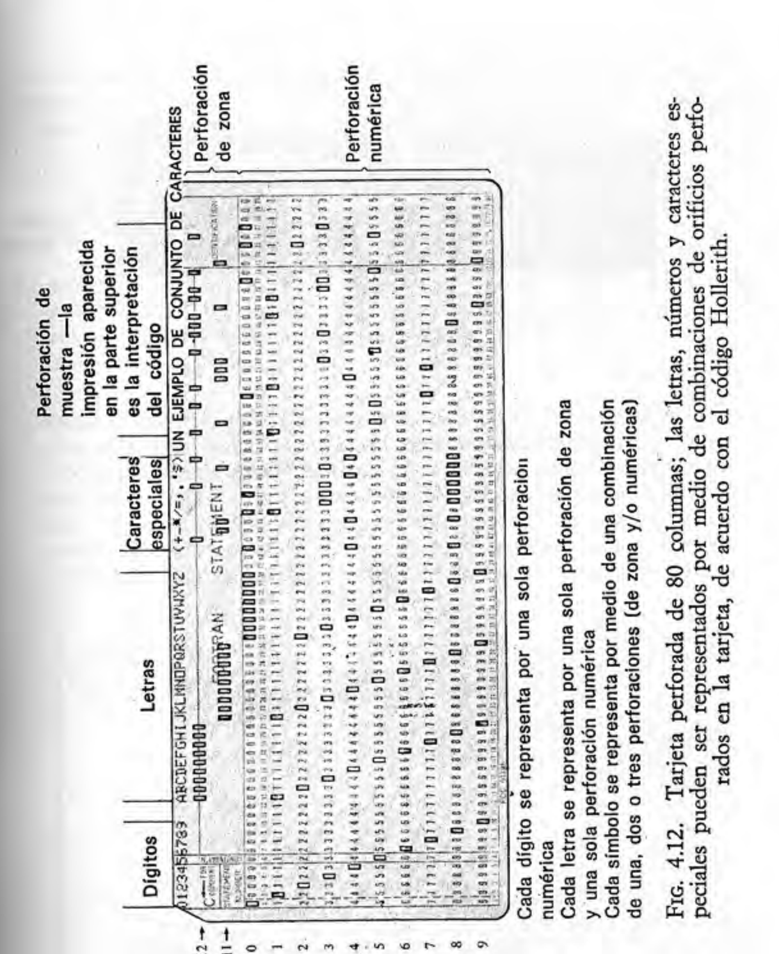


FIG. 4.12. Tarjeta perforada de 80 columnas; las letras, números y caracteres especiales pueden ser representados por medio de combinaciones de orificios perforados en la tarjeta, de acuerdo con el código Hollerith.

dispone de un teclado similar al de las máquinas de escribir. Cuando se pulsa una determinada tecla, unos punzones efectúan las perforaciones correspondientes al carácter de la tecla en una columna la tarjeta sin perforar.

En ciertas aplicaciones, los datos o información representados por medio de perforaciones necesitan sufrir una verificación, puesto que siempre es posible que el operador humano haya tecleado (perforado) un carácter erróneo.

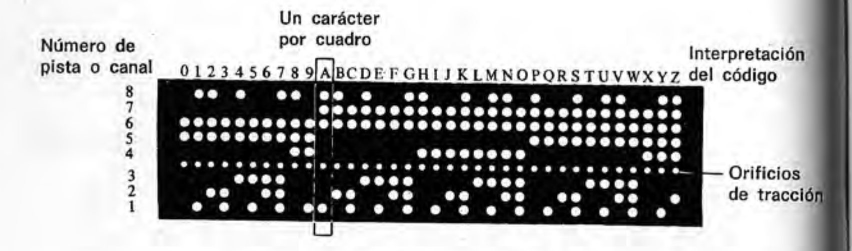


Fig. 4.13. Cinta de papel de ocho pistas.

Verificación

Por lo general, la *verificación* la realiza una segunda persona volviendo a mecanografiar toda la información tecleada originalmente por el primer operador a partir de los formularios de codificación. Sin embargo, el dispositivo *verificador* en lugar de volver a perforar los orificios, se limita a comparar el carácter tecleado por el segundo operador con la combinación de perforaciones existente en la tarjeta. Si coinciden, se supone que el

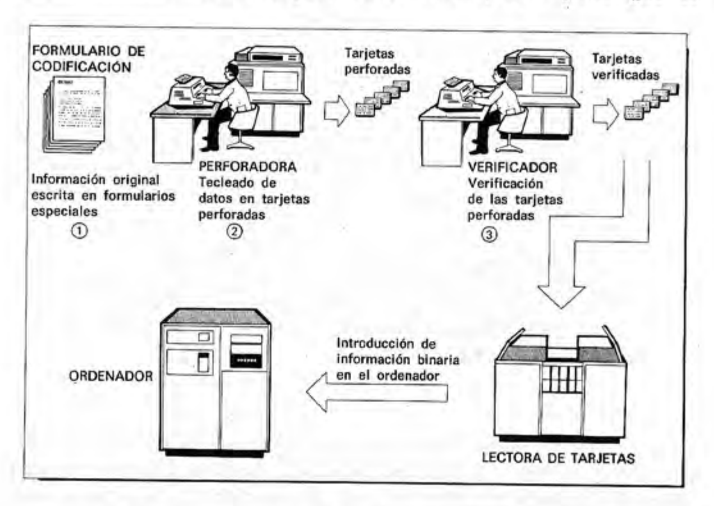


Fig. 4.14. La utilización de tarjetas perforadas consta de cuatro fases. Los tres primeros pasos no están vinculados directamente con el ordenador y se conocen como *fuera de línea (off-line)*, mientras que la lectora de tarjetas sí lo está, y se considera, en consecuencia, *en línea (on-line)*.

carácter es correcto, pero en caso contrario el dispositivo de verificación se bloquea y emite una señal audible o produce una luz parpadeante para indicar que algo anda mal, en cuyo caso, la segunda persona tiene que averiguar si el error corresponde a la primera o a la segunda mecanografía. Si el error se halla en la tarjeta original, ésta tendrá que ser de nuevo perforada por completo.

La figura 4.14 muestra esquemáticamente el procedimiento completo de utilización de tarjetas perforadas como sistema de entrada, pudiéndose apreciar que se trata de un método largo, por lo cual en la actualidad se prefieren procedimientos más directos, tales como la grabación directa en discos y cintas.

Teclado-disco/teclado-cinta

Cuando se recurre a estos sistemas, el operador de entrada teclea directamente la información en un medio de almacenamiento magnético; si se trata de una cinta magnética, el proceso se conoce como *teclado-cinta,* y si es un disco, como *teclado-disco.* En la figura 4.15 puede contemplarse un dispositivo típico.



FIG. 4.15. Puesto de trabajo de entrada de datos teclado-disco, compuesto por un sistema de representación visual, un teclado, y un dispositivo accionador de diskettes. (Cortesía de IBM (UK) Ltd.)

Al teclear la información, ésta puede ser controlada generalmente por medio de un *programa de validación.* Por ejemplo, si se va a introducir un dato numérico, puede comprobarse si está comprendido entre dos límites razonables. Por ejemplo, la fecha 64/15/81 *no es razonable*, puesto que un mes tiene como máximo 31 días y un año consta de 12 meses. Puede comprobarse también el año para ver si se halla dentro de un margen dado.

Supongamos que se ha confeccionado un programa para una aplicación de control de fichas de estudiantes, cuya edad sólo puede ser 15 ó 16 años; al introducir la fecha de nacimiento, se resta el año introducido del año en curso, y el resultado no puede ser superior a 16 ni inferior a 15. Así pues, si estamos en 1982 y los estudiantes tienen 15 ó 16 años, ninguno podrá haber nacido antes de 1966 ni después de 1967:

$$1982 - 15 = 1967$$
$$1982 - 16 = 1966$$

Cualquier año distinto de éstos constituirá un posible error, y en consecuencia se imprimirá un mensaje de error para indicar al operador que debe teclear de nuevo la fecha original. Este método tan sencillo de comprobación puede emplearse en muchas aplicaciones, como por ejemplo, catalogar números de artículos, y a facturas de gas o electricidad para verificar si el importe es coherente con la tarifa vigente y un nivel razonable de consumo.

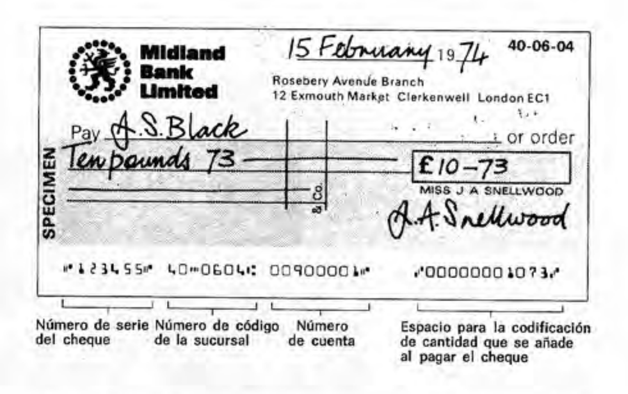


FIG. 4.16. Cheque con caracteres de tinta magnética.

Modalidades especiales de dispositivos de entrada

Sistemas lectores de tinta magnética

Algunos dispositivos son capaces de leer caracteres que han sido formados con una tinta que contiene óxido de hierro, por

ABCDEFGHIJKLM
NOPQRSTUVWXYZ
0123456789
. , : ; = + / $ * " & |
' - { } % ? ⑀ ⑁ ⑂
ÜÑÄØÖÆÅ£¥

(a)

ABCDEFGH abcdefgh
IJKLMNOP ijklmnop
QRSTUVWX qrstuvwx
YZ*+,-./ yz m åøæ
01234567 £$:;<%>?
89 [@!#&,]
(=) ¨ ´ ` ^ ~ ˘
AÖÅÑÜÆØ ↑≤≥×÷°¤

(b)

Fig. 4.17. Existen dos tipos principales de impresión OCR: el tipo OCR-A y el tipo OCR-B. El tipo B, europeo, es menos estilizado que el A, americano.

medio de un aparato impresor especial. Los *sistemas lectores de caracteres de tinta magnética* (MICR - *Magnetic ink character readers)* se han utilizado ampliamente por parte de entidades bancarias dado su alto grado de seguridad y fiabilidad (véase figura 4.16). Estos caracteres no pueden ser alterados sin la ayuda de aparatos impresores especiales, e incluso si se ha superpuesto la marca de un tampón, o si los caracteres están manchados por alguna sustancia extraña, el dispositivo lector es aún capaz de detectar los caracteres magnéticos, lo que no sucede con otros tipos de dispositivos lectores que funcionan *ópticamente.*

Lectores ópticos de caracteres

Los *lectores ópticos de caracteres,* conocidos por las siglas OCR *(Optical character readers)* aceptan caracteres impresos o mecanografiados, e incluso caracteres escritos a mano en documentos. Tales dispositivos son bastante caros, y se utilizan principalmente en instalaciones de grandes ordenadores donde se manejan grandes cantidades de documentos (esto se aplica a muchos sistemas de proceso de lotes, como se verá en el Cap. 8). Los caracteres impresos o mecanografiados se suelen grabar en los documentos por medio de dispositivos especiales de teclado definidos por un tipo específico de caracteres.

En la figura 4.17 se representa un conjunto típico de caracteres; los caracteres utilizados se limitan a menudo a los dígitos del 0 al 9 más unos cuantos caracteres adicionales. Si una persona escribe a mano el documento, éste suele incluir un

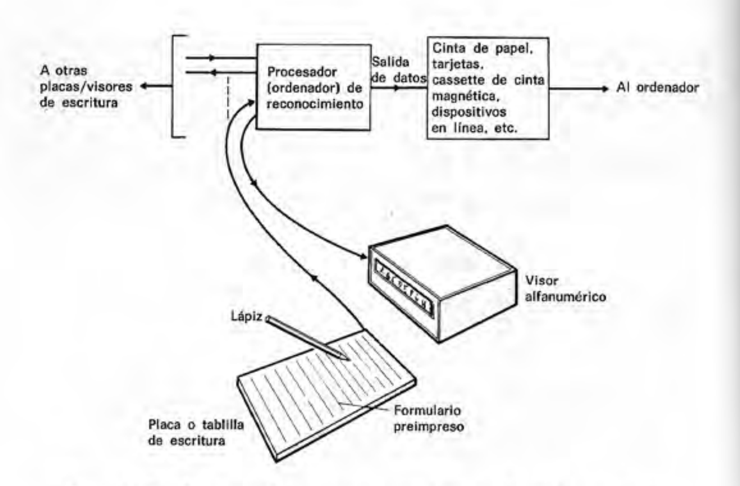


FIG. 4.18. Lectura de caracteres mediante placa de escritura.

modelo de la forma en que deben escribirse los caracteres, lo cual es evidentemente necesario puesto que la gente tiene estilos de escritura considerablemente distintos, y pocas máquinas serían capaces de reconocer correctamente las letras entre tanta variedad.

Placas de escritura

Un dispositivo de *placa de escritura* es capaz de «leer» números y letras escritas a mano en un formulario colocado sobre la placa (Fig. 4.18). Esta placa (o tablilla) está conectada a un procesador de reconocimiento (un ordenador especializado). Cuando alguien escribe los caracteres en el formulario, utilizando un lápiz o bolígrafo, el procesador calcula las coordenadas *x* e *y* de aquéllos, con las que elabora una imagen interna del carácter según se va formando.

Este procedimiento suele ser más fiable que los dispositivos OCR, los cuales reconocen el carácter *después* de haber sido formado. Por otro lado, la placa de escritura suministra al procesador información relativa a la secuencia y dirección de los trazos en el momento en que se está formando el carácter. Con cierta frecuencia los lectores ópticos (OCR) confunden la S con el 5, mientras que una placa de escritura no sufre tales problemas porque la secuencia de trazos es distinta en cada caso (compruébelo usted mismo sobre el papel).

Generalmente se dispone de una pantalla para visualizar el carácter que ha sido reconocido por el procesador, con objeto de detectar cualquier posible error y corregirlo antes de someter a proceso los datos en cuestión. Las aplicaciones de este sistema son limitadas; por ejemplo, no sería adecuado para expedientes académicos ni para codificar datos procedentes de otros formularios, pero la policía lo ha utilizado con éxito para registrar accidentes de tráfico y para comprobar firmas (véase reconocimiento de figuras, Cap. 9).

Lectores de placas

Los *lectores de placas* leen datos contenidos en pequeñas placas (o insignias) rectangulares de plástico, cuyas dimensiones típicas son 6,35 × 8,25 cm. Existen varios procedimientos para codificar datos en estas placas: mediante marcas ópticas o magnéticas, o a base de perforaciones. La placa se inserta en una ranura del aparato lector, el cual lee los datos de manera similar a como lo hacen los demás dispositivos de lectura.

Estos distintivos sirven para abrir barreras de automóviles, permitir el acceso a edificios, y obtener dinero de cajeros automáticos. Algunos tipos de lectores pueden *alterar* los datos contenidos en la placa, en cuyo caso ésta puede emplearse como «dinero electrónico» de la siguiente forma: cuando el cliente adquiere un artículo, el sistema lector deduce las unidades correspondientes de la tarjeta, hasta que no quede más para deducir. La gran ventaja de este sistema es que no será necesario llevar

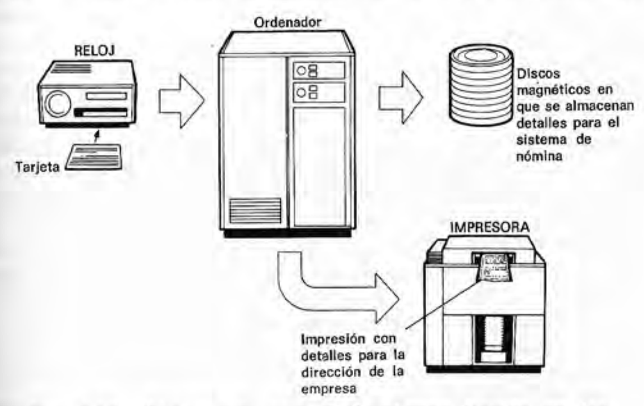


FIG. 4.19. Sistema de control de tiempo basado en *lectores de placas.*

dinero en el bolsillo (véase lo referente a Implicaciones sociales-sociedad sin dinero, teléfonos públicos sin monedas).

Una de las aplicaciones más extendidas de este sistema se da en las fábricas donde los empleados tienen que fichar al entrar y salir. En la figura 4.19 se representa un sistema tal. Al llegar un trabajador, inserta su distintivo en el dispositivo lector; la placa en cuestión contiene el número del trabajador, y efectúa automáticamente un registro de la fecha y hora para cada persona. El proceso se repite cuando el empleado abandona la fábrica, de modo que se elabora para cada trabajador un registro completo del tiempo que permanece trabajando, en gran parte de manera similar a los relojes que ya existen, pero si el sistema está conectado al sistema de nómina, se puede llevar un registro diario preciso de los ingresos de cada empleado.

En los sistemas manuales, las tarjetas individuales tienen que recolectarse todas las tardes, y alguien debe dedicarse a verificarlas para averiguar la información relativa a cada empleado, pero los sistemas computerizados eliminan la necesidad de llevar a cabo esta labor tan ardua.

Reconocimiento de la voz

Algunos sistemas especializados son capaces de reconocer ciertas palabras vocalizadas. La persona pronuncia una palabra o una frase corta ante un micrófono conectado a un sistema computerizado, el cual procesa los sonidos y los transforma en códigos binarios. Frecuentemente, los sonidos reconocidos son representados en una pantalla para la verificación visual, de manera que si una palabra no ha sido reconocida correctamente, el operador puede «borrarla» y repetir la palabra correcta.

Existen muchas aplicaciones para los sistemas de *reconocimiento de voz,* sobre todo cuando se necesita transmitir información a un ordenador a la vez que se conservan libres las manos. Por ejemplo, cuando los coches salen de una línea de montaje donde son sometidos al proceso de pintura, un empleado tiene que inspeccionarlos para comprobar que la pintura se ha repartido uniformemente, y estos inspectores necesitan tener sueltas las manos para poder subirse al coche y observarlo por todos los lados. Comunican su informe a través de un pequeño micrófono sujeto a la cabeza.

Otro ejemplo lo tenemos en los controladores de equipajes de los aeropuertos, que necesitan las manos para pegar etiquetas y manipular los equipajes. Asimismo, las personas impedidas hallarán muy útiles estos sistemas, que podrían utilizarse para controlar sillas de ruedas, encender y apagar receptores de televisión, abrir y cerrar puertas, regular la calefacción, etc.

Por lo general, un sistema de reconocimiento de voz sólo puede reconocer un número limitado de palabras o voces de mando (vocabulario): los dígitos del 0 al 9, ciertas voces de mando, tales como pintar, abrir, borrar, etc. En el caso de un control de calidad, se necesitan los dígitos para especificar el número de serie del coche (12654), la palabra «pintura» para indicar que se va a comprobar la pintura y no el motor, y un conjunto de letras para denotar la calidad de acabado (pongamos por caso, de la A a la H).

Los sistemas de reconocimiento de voz deben ser «adiestrados» para reconocer la voz del operador; éste repite el vocabulario completo (que muchas veces no pasa de treinta palabras) unas diez veces por palabra de forma que cuando la «oye» de nuevo, la comprueba con sus registros para ver si coincide. La tarea de adiestramiento de un sistema de estas características dura unos 30 minutos, de modo que si un día ha cambiado la voz del operador (quizá a causa de un resfriado), se puede readiestrar rápidamente el dispositivo.

Dispositivos de salida

Impresoras

Una de las modalidades más comunes de salida de un ordenador es la palabra escrita; existen dos tipos de aparatos impresores, el de línea y el de caracteres. *Una impresora de caracteres* funciona de manera semejante a una máquina des escribir, es decir, escribiendo en sucesión cada carácter de los que componen una línea de una página. Estos dispositivos vienen a costar entre 20.000 y 600.000 pesetas, y se utilizan más a menudo con los modelos más baratos de ordenadores, los mini y microordenadores.

Cuando la impresora de caracteres forma parte del dispositivo de entrada de teclado, se conoce como *teleimpresor* o *teletipo*. Algunos modelos son capaces de escribir hacia atrás, de manera que al llegar al final de una línea, comienzan la siguiente por la derecha y prosiguen la impresión hacia la izquierda, con lo que se consigue aumentar la velocidad de trabajo.

Por su parte, la *impresora de líneas* es un sistema muy rápido pero costoso, que imprime toda una línea cada vez. «Sabe» con antelación cuál será la línea de caracteres a imprimir y procede primero con todas las letras A, donde quiera que estén, luego las B, y así sucesivamente hasta completar la línea, después de lo cual pasa al renglón siguiente. Estos sistemas pueden imprimir hasta 3.000 líneas por minuto, pero su gran vlelocidad se

refleja en el precio, que puede llegar a alcanzar varios millones de pesetas con facilidad.

El número de aplicaciones de los dispositivos impresores —tanto de líneas como de caracteres— es inmenso, como lo es el de situaciones en las que se necesita una copia impresa de la salida de un ordenador y cuando es grande el volumen de salida, por ejemplo, formularios de pedidos, facturas, informes de estado de cuentas bancarias, informes de ventas, etc. La copia impresa se denomina en ocasiones *copia permanente,* puesto que se puede disponer de ella en cualquier momento y lugar (véase figura 4.20).

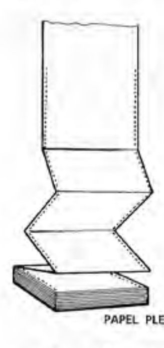


FIG. 4.20. Alimentación continua de papel de los sistemas impresores; la técnica ilustrada es la denominada de papel plegado.

En algunas aplicaciones comerciales, tales como gestión de facturas y pedidos, tal vez se requieran varias copias del original con destino a diversos departamentos, y las impresoras pueden producir simultáneamente varios ejemplares o rellenar formularios, como facturas o estados de cuenta.

A causa de la velocidad a la que funcionan las impresoras, el papel debe serles suministrado de forma continua, y no a base de hojas sueltas. Por consiguiente, dispone de perforaciones en la línea existente entre una y otra página para facilitar su separación, y unas pistas laterales de orificios cuya finalidad es arrastrar y guiar el papel por la máquina.

Unidades de representación visual

En ciertas aplicaciones no es tan grande el volumen de salida, como por ejemplo, en un sistema de gestión de bibliotecas (o un registro de historiales clínicos), pues sólo necesita llegar a la información el bibliotecario (o médico) y ésta es referente a un solo libro (o paciente). Los sistemas de reserva de pasajes de avión y habitaciones de hoteles se hallan en situación similar.

En todas estas situaciones, es preferible utilizar la pantalla de una unidad de representación visual (VDU - *Visual Display Unit)*, bastante parecida a la de un aparato doméstico de televisión, pues el pequeño volumen de información de salida generada cabe perfectamente en la pantalla. Estos sistemas difieren unos de otros en la cantidad de información que pueden representar de una vez; el tamaño más útil posiblemente sea el correspondiente a una pantalla de 24 líneas de texto escrito, cada una de las cuales compuesta hasta por 80 caracteres. Otras unidades tienen menos capacidad, algunas únicamente pueden visualizar 40 caracteres en la pantalla, lo que es insuficiente para aplicaciones de proceso de palabras.

La velocidad con que se pueden representar los caracteres varía entre 10-30 caracteres por segundo y unos 900 caracteres por segundo, pero hemos de decir que incluso el dispositivo más lento los representa a mayor velocidad que la que puede seguir el ojo humano.

Terminales gráficos

Las VDU convencionales comentadas en el apartado anterior sólo pueden visualizar las letras del alfabeto y los dígitos del 0 al 9, además de otros símbolos habituales, como los signos de puntuación y los símbolos matemáticos. Aunque pueden construirse gráficos y modelos, son bastante toscos en comparación con los que pueden lograrse recurriendo a los dispositivos más especializados (y también más caros) denominados *terminales gráficos*, los cuales cuentan con una gama mucho más amplia de caracteres, de acuerdo con sus aplicaciones. Por lo general, las aplicaciones en las que se emplean terminales gráficos quedan reducidas al campo científico y al de la ingeniería, en los que se requieren frecuentemente gráficos y modelos de diseños.

La utilización de estos terminales posee una ventaja distinta sobre los métodos manuales tradiciones. Por ejemplo, si un diseño en particular no resulta satisfactorio, se puede alterar inmediatamente introduciendo datos en el teclado, y el diseño modificado queda a la vista en pocos segundos, gracias a lo cual se reduce considerablemente el tiempo que antes empleaban los diseñadores teniendo que dibujar por completo un modelo por culpa de una modificación insignificante. La utilización de un terminal gráfico para producir diseños, gráficos, etc., se denomina *diseño asistido por ordenador* (CAD - *Computer Aided Design)*.

Una vez completado satisfactoriamente un diseño o gráfico, es normal transferirlo a un papel mediante un dispositivo de

copias permanentes (véase Fig. 4.21). Frecuentemente, el usuario sólo tiene que pulsar una tecla de «copia» para que la imagen representada en la pantalla se reproduzca inmediatamente en un papel, el cual puede cogerse para estudiarlo con más tiempo.

Trazadores gráficos

El terminal gráfico descrito anteriormente está unido directamente a la CPU (lo que se conoce como «on-line» o en línea), y las correcciones introducidas en los gráficos o diseños se pueden observar inmediatamente. Por su parte, un *trazador gráfico* no está en línea con el ordenador, y por lo tanto se conoce como



FIG. 4.21. Terminal gráfico conectado a una unidad productora de copias permanentes, situada a su derecha. (Cortesía de Tektronix.)

dispositivo *off-line* (fuera de línea). Cuando se produce un gráfico como resultado de un programa de ordenador, los resultados se almacenan en una cinta o disco magnético, la cual se puede conectar más adelante a un dispositivo especial de trazado dotado de su propio sistema ordenador capaz de producir gráficos; así, el ordenador principal responsable de la ejecución del programa queda libre para ejecutar otros trabajos, y el dispositivo trazador queda bajo el control de los resultados transferidos al almacenamiento magnético.

Los trazadores gráficos pueden transferir los planos a diversos formatos de papel, algunos de hasta 6 metros de lado, y utilizan tintas de diversos colores.

En algunos casos, los diseños se graban en placas de patrón de metal o plástico que sirven luego para la fabricación de artículos.

Salida en microfilm

La *salida en microfilm* (COM - *Computer Output Microfilm*) registra imágenes o texto en películas fotográficas que pueden contemplarse con visores especiales de microfilm. Este sistema se emplea principalmente en aplicaciones de control de piezas de recambio, catálogos de biblioteca, y aplicaciones similares, caracterizadas por el carácter invariable de la información que se maneja. Para modificar la información original es necesario repetir todo el proceso de producción de un microfilm. La velocidad de escritura (fotografía) sobre microfilm es del orden de 200-250 páginas por minuto.

La película puede ser de 16, 35 ó 105 mm en forma de rollos, o de láminas como en el caso de los sistemas de catalogación, en cuyo caso reciben el nombre de *microfichas*. Una lámina o ficha puede contener hasta 220 páginas de gráficos o texto, y tanto los carretes como las fichas ofrecen la ventaja de poder conservar grandes cantidades de información de modo compacto.

Síntesis vocal

La salida de un ordenador puede consistir también en una imitación de la voz humana, conocida como *síntesis vocal*. Si el lector conoce el sistema Texas Instruments de ayuda a la enseñanza denominado «*Speak and Spell*» (Habla y deletrea) se dará cuenta de la gran importancia de esta técnica. No se utiliza ningún tipo de cinta magnetofónica, sino un pequeño microchip (véase Cap. 6) capaz de contener, en el momento actual, unas 300 palabras y producir una salida en forma de voz humana por medio de un pequeño altavoz. Como el progreso en el campo de la síntesis vocal es continuo, y gracias al aumento de la capacidad de almacenamiento de palabras hecha posible, está modalidad de salida está llamada a extenderse cada día más.

Los campos de aplicación son numerosos, incluyendo todas aquellas aplicaciones en las que actualmente se emplean unidades de representación visual. Su utilidad es indudable para ciegos o personas en cuyo trabajo no se pueda apartar la vista de ciertos instrumentos de control y o del entorno inmediato, tales como el pilotaje de un avión durante la toma de tierra, o la conducción automovilística. Existen asimismo numerosas aplicaciones domésticas: básculas parlantes, hornos y congeladores que recuerden

oralmente la necesidad de reducir la potencia o desconectar, de reabastecer o descongelar.

Tarjetas perforadas y cinta de papel

En ocasiones, las *tarjetas perforadas* y *cinta de papel* son medios útiles de salida, especialmente cuando pueden utilizarse como entrada para algún otro programa. Una aplicación algo extraña, pero bastante común, de las cintas de papel es el control de impresoras de líneas.

La cinta de papel tiene sus dos extremos unidos para formar un bucle continuo, generalmente con cinta adhesiva. Si se rompe la cinta o se desgarran los orificios, ya no puede controlar el mecanismo de impresión. He tenido personalmente la oportunidad de contemplar un sistema impresor valorado en unos ocho millones de pesetas controlado mediante este procedimiento, y nunca me deja de sorprender la escena de un operador de computadores sustituyendo una cinta de papel rota para que este equipo tan caro siga funcionando.

Algunos terminales gráficos producen sus diseños en cinta de papel, la cual se utiliza a continuación para el control de la maquinaria que reproducirá el citado diseño en forma de molde metálico patrón.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 4

Caracteres.
Conjunto de caracteres.
Bit (dígito binario).
Byte (octeto).
Posición/palabra.
Longitud de palabra.
Dispositivo de teclado.
Unidad de representación visual (VDU).
Teclas funcionales.
On-line (en línea).
Off-line (fuera de línea).
Teletipo (teleimpresora)
Copia permanente.
Terminal manual.
Códigos de barras.
Tarjeta perforada.
Cinta perforada.
Perforación.

Verificación.
Verificador.
Teclado-disco.
Teclado-cinta.
Programa de validación.
Lector de caracteres de tinta magnética (MICR).
Lector de caracteres ópticos (OCR).
Placa de escritura.
Lector de placas.
Reconocimiento de voz.
Impresoras:
  Impresoras de líneas.
  Impresoras de caracteres.
Terminal gráfico.
Trazador.
Salida en microfilm (COM).
Microficha.
Síntesis vocal.

Ejercicios

1. *Enumerar todos los caracteres que se emplean en un texto español.*
2. *La información se ha registrado de formas muy diversas, por ejemplo, Braille, código Morse, taquigrafía; explicar por qué se utilizan combinaciones binarias para codificar la información contenida en el interior de un ordenador.*
3. *Averiguar cuántos caracteres alfabéticos se emplean en los siguientes idiomas: español, inglés, italiano, griego, ruso.*
4. *¿Cuántos* caracteres *están permitidos en los lenguajes de programación Fortran y Basic?*
5. *Enumerar las diversas combinaciones binarias que se pueden obtener con cuatro dispositivos biestables.*
6. *Para representar 150 combinaciones binarias únicas ¿cuántos dispositivos biestables tendrían que agruparse?*
7. *Enumerar cinco dispositivos distintos de* entrada *y citar una aplicación adecuada para cada uno de ellos.*
8. *Enumerar cinco dispositivos distintos de* salida *y citar una aplicación adecuada para cada uno de ellos.*
9. *¿Qué significan las siglas VDU?*
10. *¿Qué significa el término* copia permanente?
11. *¿Por qué una VDU no produce normalmente una copia permanente?*
12. *¿Cuál es el nombre que recibe un dispositivo de teclado que dispone de sistema impresor?*
13. *Citar tres aplicaciones diferentes en las que se utilice un sistema lector de placas.*

14. *¿Cuáles son las ventajas de los sistemas teclado-disco (o teclado-cinta) respecto a la entrada por tarjetas perforadas?*
15. *Estudiar el efecto de la verificación en el proceso global de entrada de datos si se emplean cintas o tarjetas perforadas.*

Temas de estudio

1. *Si usted fuese auxiliar de farmacia y tuviese que comprobar las existencias de cada sección antes de encargar nuevos pedidos, ¿cuál de los dos sistemas siguientes preferiría y por qué?*
   a) *Un sistema manual a base de lápiz y papel, efectuando los pedidos directamente por teléfono.*
   b) *Un terminal portátil que se pueda conectar a un ordenador central a través de la línea telefónica.*
2. *¿Cómo aumentan la eficacia del trabajo de agentes y demás personal de ventas los códigos de barras?*
3. *Suponga que trabaja para una compañía dedicada a hacer las nóminas para otras empresas. Su compañía pretende introducir ordenadores, y usted se percata de que se ha encargado una teleimpresora de treinta caracteres por segundo para imprimir los documentos porque es más barata que una impresora de líneas. ¿Cómo argumentaría la instalación de una impresora de líneas a pesar de su mayor precio?*
4. *Comentar las ventajas de los dispositivos de entrada por medio de reconocimiento de voz sobre otras modalidades más tradicionales de entrada de ordenador.*

5. DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO

En la actualidad existen dos tipos principales de sistemas utilizados para almacenar datos con carácter permanente y para conservar los programas de ordenador, los discos magnéticos y la cinta magnética. No son demasiado distintos de las cintas magnetofónicas y discos de larga duración que empleamos en nuestro hogar para conservar grabaciones musicales. Se han utilizado otros sistemas, tales como los tambores magnéticos, pero ya no se usan tanto. Las memorias de microchip (pág. 88) y los videodiscos (que no son iguales a los domésticos) están pasando a ser una opción cada día más factible, y sin embargo, ninguno de estos sistemas se empleará de manera general antes de transcurridos unos cuantos años.

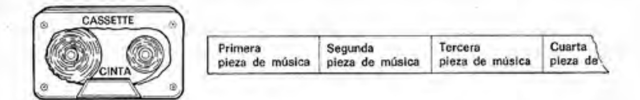


FIG. 5.1. El acceso a la información contenida en una cinta magnética es de tipo *serie.*

Cinta magnética

Al igual que la cinta de papel, cassettes musicales y los videodiscos actuales, la cinta magnética es un método de almacenamiento en serie, lo que significa que para llegar, pongamos por caso, a la cuarta pieza musical, hay que pasar antes por las tres primera (véase Fig. 5.1). Similarmente, para llegar al registro vigésimo primero de un archivo serial, hay que pasar por los otros veinte; no se pueden saltar ni pasar por encima.

Este tipo de acceso se denomina *acceso en serie* (o serial), y es el más útil, evidentemente, cuando *todos* los registros de un ar-

chivo se necesitan en secuencia estricta; en caso contrario, este procedimiento, hará perder mucho tiempo.

La información, ya se trate de datos o programas, puede ser leída o grabada en cinta.

La longitud típica de una cinta es de unos 725 m, y su anchura 1,25 mm, aproximadamente, dimensiones que permiten almacenar hasta 40 millones de caracteres. Con los microordenadores se emplean cintas más pequeñas, y de hecho pueden ser las mismas cintas cassettes ordinarias. En este caso la capacidad es del orden de 250.000 caracteres, lo que equivale aproximadamente 1¼ veces el número de caracteres de que consta este libro.

La información se puede leer o grabar muy rápidamente, a razón de muchos miles de caracteres por segundo. Una hoja de formato A4 contiene unos 30 renglones de escritura, y si suponemos que cada línea consta de 10 palabras y que cada palabra contiene por término medio 6 letras, entonces una hoja de formato A4 contendrá:

$$30 \times 10 \times 6 = 1.800 \text{ caracteres}$$

En otras palabras, se pueden transferir en ambos sentidos muchas páginas completas de texto a cintas magnéticas en un tiempo inferior a un segundo. Sin embargo, si se requiere llegar a un elemento de información (quizá un registro) situado cerca del extremo final de la cinta, entonces transcurrirá un minuto o dos antes de llegar al registro en cuestión y poderlo transferir a la memoria central.

Discos magnéticos

La información se almacena en *discos magnéticos* en forma de puntos magnetizados o no magnetizados, al igual que sucedía en el caso de la cinta magnética. El propio disco se caracteriza por una concepción similar a la de los discos musicales de larga duración, exceptuando su tamaño generalmente mayor.

Suelen fabricarse de aluminio, por lo cual son más rígidos que los discos normales, y van recubiertos de un material magnético. Se instalan seis o más discos sobre un eje central, como puede apreciarse en la figura 5.2. A diferencia del LP, que posee un surco continuo, los discos magnéticos tienen entre 70 y 800 surcos, más normalmente conocidos como *pistas,* las cuales se dividen a su vez en zonas menores denominadas *sectores* (véase figura 5.3).

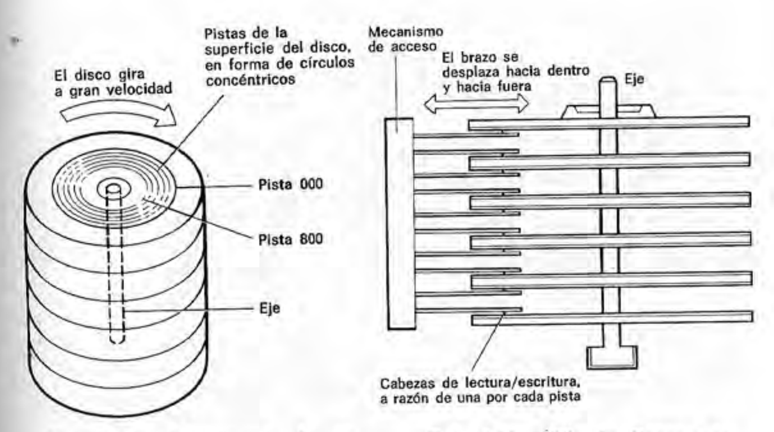


FIG. 5.3*a*. Mecanismo de accionamiento de discos magnéticos de cabezas móviles.

FIG. 5.2*b*. Pila de discos magnéticos montados sobre un eje.

La información se lee y graba en los discos por medio de *cabezas de lectura/escritura* que se mueven por encima de la superficie del disco a una distancia aproximada de seis centésimas de milímetro. Existe una cabeza para cada superficie, exceptuando las superficies superior e inferior, que no se utilizan. El brazo que contiene las cabezas se puede mover de pista a pista, y como el disco gira bajo la cabeza correspondiente, se puede escoger el sector deseado.

Así pues, para leer un elemento de datos en un disco magnético, es necesario saber la superficie que lo contiene, la pista y el sector de la misma. Esta información está almacenada en la parte del sistema operativo del ordenador responsable de la transferencia de información en ambos sentidos, entre disco y ordenador, denominada *sistema operativo de discos.*

El funcionamiento del sistema operativo es similar al índice de un libro. Normalmente, la pista externa del disco contiene un índice de registros, es decir, el número de superficie, pista y sector donde se encuentra cada registro. Si en este libro me propusiera encontrar algo relacionado con discos magnéticos, buscaría la materia en el índice, que previamente ha sido ordenado alfabéticamente, y hallaría a continuación del elemento buscando un número de página, en donde se encuentra la información deseada.

Los sistemas operativos de discos funcionan de modo similar. Si se requiere un registro particular, el sistema operativo buscará

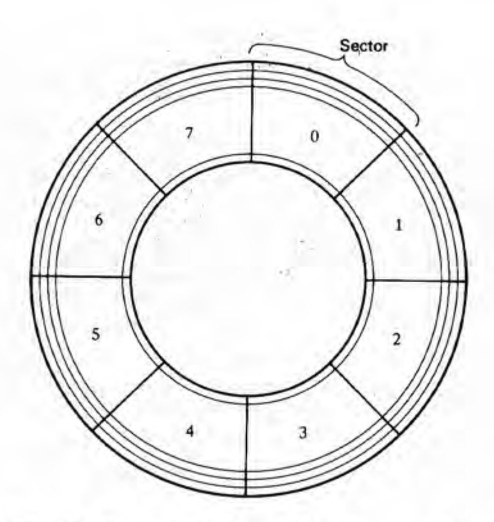


FIG. 5.3. Pueden existir hasta 800 pistas en los discos de mayor tamaño, y un sector tiene capacidad para uno o más registros. Para encontrar un registro, el sistema operativo de discos necesita saber el número de superficie, pista y sector.

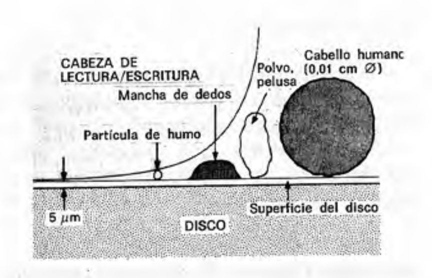
en el índice, generalmente ordenado numéricamente, y hallará los números de superficie, pista y sector que definen la posición del dato buscado; a continuación, el sistema operativo informará al brazo de lectura/escritura de que debe desplazarse a la pista *x*, sector *y* de la superficie *z* y seleccionar la información deseada.

Esta posibilidad de dirigirse inmediatamente a un registro particular pasando por alto todos los demás se denomina *acceso directo*.

Nótese que no está involucrado ningún acceso en serie (exceptuando la búsqueda inicial en el índice), con lo que la velocidad de funcionamiento y versatilidad de los sistemas de discos aumentan considerablemente.

Una unidad de discos posee capacidad para unos 200 millones de caracteres o más, y existen numerosas aplicaciones que se basan en las ventajas del acceso directo, como por ejemplo, reservas de pasajes de avión o solicitud de libros en bibliotecas. Supongamos que un lector solicita un libro en particular; este «registro» se encontrará en el índice junto con los detalles pertinentes, y si a continuación se solicita otro ejemplar distinto, nada

Fig. 5.4.
Partículas capaces de impedir el buen funcionamiento de un sistema de discos magnéticos.



obliga a volver al comienzo del disco, al contrario que con los sistemas a base de cintas. El brazo de lectura/escritura puede seleccionar cualquier pista y sector, en cualquier orden, en cuestión de microsegundos.

Otros sistemas magnéticos

Cassettes y discos flexibles

Estos sistemas son, simplemente, versiones más pequeñas de las cintas y discos magnéticos estudiados anteriormente, y al ser más baratos que aquéllos, son idóneos para los microordenadores. Una cinta cassette posee capacidad para unos 250.000 caracteres, mientras que un disco flexible puede contener hasta un millón (véase Fig. 5.5).



Fig. 5.5.
Diskette extraído de su funda. Un diskette convencional de 200 mm puede contener hasta un millón de caracteres. (Cortesía de IBM (UK) Ltd.)

Discos duros

Recientemente ha aparecido en el comercio un tipo de *discos duros* o *rígidos* capaces de almacenar hasta 26 millones de caracteres, comparativamente baratos y útiles para los usuarios de microordenadores que necesitan almacenar grandes cantidades de datos y que no desean recurrir a los costosos sistemas de discos magnéticos.

Métodos futuros de almacenamiento

Los sistemas de almacenamiento a base de microchips, tales como las *memorias magnéticas de burbuja,* ya están en el mercado, y se han propuesto como posible alternativa a los discos, aunque el futuro tiene la palabra definitiva. Es indudable que ciertas aplicaciones que requieren las ventajas asociadas al almacenamiento en discos, pero que no implican la gran capacidad de éstos, encontrarán ideales los sistemas de burbujas. Aplicaciones tales como la exploración espacial y militares son los principales candidatos para la adopción de las ligeras y diminutas memorias de burbuja, sobre todo si tenemos en cuenta que pueden funcionar bastante bien en márgenes de temperatura comprendidos entre — 55 y 125° C.

Los videodiscos, *o memorias ópticas de disco,* prometen llegar a constituir un medio muy versátil de almacenamiento, puesto que además de almacenar caracteres de texto en forma binaria también pueden hacerlo con voz, gráficos e imágenes. Este sistema es, en esencia, de acceso directo, es decir, se puede llegar a cada cuadro de imagen en cualquier orden, independientemente del que se haya seguido en la introducción o grabación.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 5

Cinta magnética.
Acceso en serie.
Disco magnético.
Cabeza de lectura/escritura.
Pistas, sectores.
Sistema operativo de discos.
Acceso directo.
Disco flexible.
Disco rígido.
Memorias magnéticas de burbuja.
Memorias ópticas de disco.

Ejercicios

1. *Citar dos* medios *básicos de almacenamiento magnético.*
2. *Los dispositivos de almacenamiento magnético son de acceso serie o directo. Explicar lo que se entiende en cada caso y sugerir una aplicación posible.*
3. *Enumerar cinco tipos de dispositivos auxiliares de almacenamiento, y para cada uno, comentar si se trata de un sistema de acceso directo o en serie.*
4. *¿Por qué hay que tomar muchas precauciones en la manipulación de discos magnéticos? Citar tres tipos de partículas capaces de deteriorar la cabeza de lectura/escritura de un disco magnético.*
5. *Para cada una de las aplicaciones siguientes, indicar el tipo de dispositivo de almacenamiento más adecuado, y el motivo:*
   — *Gestión de nóminas.*
   — *Sistema de reserva de pasajes de avión.*
   — *Enseñanza asistida por ordenador.*
   — *Lista de correos.*
   — *Sistema de proceso de palabras.*

6. MICROORDENADORES

En la actualidad, existen tres tipos principales de ordenador: los de gran tamaño (*«mainframe»*), los miniordenadores y los microordenadores. Los grandes computadores son los descendientes directos de los primitivos ordenadores, diseñados en la década de los años cuarenta y principios de los cincuenta, todavía presentes en grandes centros de cálculo. Son utilizados por bancos, compañías de seguros y otras empresas de gran envergadura. Su precio puede ascender a 200 o más millones de pesetas, y el personal necesario para el manejo y mantenimiento de la instalación puede estar compuesto hasta por 80 operarios.

A principios de los años sesenta, empresas más pequeñas comenzaron a utilizar los ordenadores, pero no estaban en situación de emplear mucho personal ni gastar demasiado dinero en un sistema computador; la consecuencia de esto consistió en estimular el desarrollo de pequeños ordenadores o miniordenadores, como se les denominó, que requerían un equipo limitado a 5 ó 10 personas, y cuyo precio era del orden de cinco o más millones de pesetas. Su principal ventaja era, pues, el precio relativamente bajo unido a su capacidad de llevar a cabo casi todas las funciones propias de los ordenadores más grandes.

En la década de 1970, como resultado del desarrollo de la tecnología LSI (*Large Scale Integration* - integración a gran escala), aparecieron los microordenadores, hasta el punto de que hoy día es posible adquirir por un precio aproximado de un millón de pesetas un ordenador de la misma capacidad que uno valorado en diez millones a finales de los años sesenta. Esto significa que las posibilidades ofrecidas por un ordenador están más al alcance, desde el punto de vista económico, que hace unos veinte años. En este capítulo estudiaremos la aparición de estas máquinas y su relación con los ordenadores tradicionales, tal como se vio en el capítulo 3.

Microelectrónica

En 1950, el censo de los Estados Unidos fue posible gracias al ENIAC, un ordenador de 500.000 dólares, mientras que en la actualidad, se puede encargar por correo, y por unos 10 dólares una máquina con la misma potencia de cálculo; esto ha sido posible gracias al progreso de la tecnología microelectrónica.

Para apreciar en toda su magnitud lo que ha ocurrido durante los últimos 30 años, es necesario comentar brevemente la evolución de los componentes electrónicos de los ordenadores desde el año 1940.

Las generaciones tecnológicas

Durante los aproximadamente 35 años que han transcurrido desde la aparición del primer ordenador, la tecnología básica de su construcción ha sufrido cambios considerables. En los primeros días de la década de 1940, el rendimiento de los ordenadores estaba limitado por la tecnología electrónica entonces disponible, la de los tubos de vacío, componentes relativamente grandes, como puede atestiguar quien haya tenido ocasión de contemplar uno de los antiguos receptores de radio. Los tubos generaban gran cantidad de calor, lo que se traducía en una corta vida de los componentes y en la necesidad de refrigerar el aire. El ENIAC, uno de los primeros ordenadores completamente electrónicos, construido en la Universidad de Pensilvania, constaba de unas 18.000 válvulas. Habría sido muy poco práctico construir máquinas mayores porque se hubiera empleado más tiempo en encontrar y sustituir las válvulas defectuosas que en trabajar con el ordenador. Se ha dado en denominar a esta primera época como la *primera generación* de ordenadores.

Aunque el transistor se inventó en 1947, no se utilizó normalmente en ordenadores hasta 1952. Nos parece extraño ahora pensar que los diseñadores de ordenadores tardaran tanto tiempo en darse cuenta de la necesidad de este componente más pequeño para la misma supervivencia del recién nacido ordenador. Sin el transistor, el ordenador habría encontrado un final prematuro.

La *segunda generación* de ordenadores, pues, ya utilizaba el transistor, con la ventaja asociada a esta tecnología del menor tamaño y superior fiabilidad de los componentes, que asimismo consumían menos energía y generaban menos calor que los tubos de vacío. Así fue posible incluir más circuitos en los ordenadores, llegando a la construcción de máquinas mayores (desde el punto

GENERACIÓN	COMPONENTE ELECTRÓNICO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	COMENTARIOS
1.ª generación 1940-52	Tubos de vacío	Los tubos de vacío eran los únicos componentes electrónicos disponibles por entonces	Gran tamaño, mucho calor generado, necesidad de aire acondicionado, baja fiabilidad, continua necesidad de mantenimiento	Montaje manual de los componentes individuales en una unidad funcional
2.ª generación 1952-64	Transistores	Menor tamaño, menos calor generado, mayor fiabilidad, mayor rapidez	Necesidad de aire acondicionado y de mantenimiento	Como antes
3.ª generación 1964-71	Circuitos integrados	Tamaño aún menor, menor generación de calor, menor consumo de energía, mayor fiabilidad, mayor rapidez	Inicialmente, problemas de fabricación	Menor necesidad de mano de obra humana en la etapa de montaje, y por consiguiente, menor precio
4.ª generación 1971	Circuitos integrados a gran escala	No es necesario aire acondicionado, mantenimiento mínimo, gran densidad de componentes, precio muy bajo	Actualmente (1982) capacidad inferior a los ordenadores de gran tamaño	Como antes

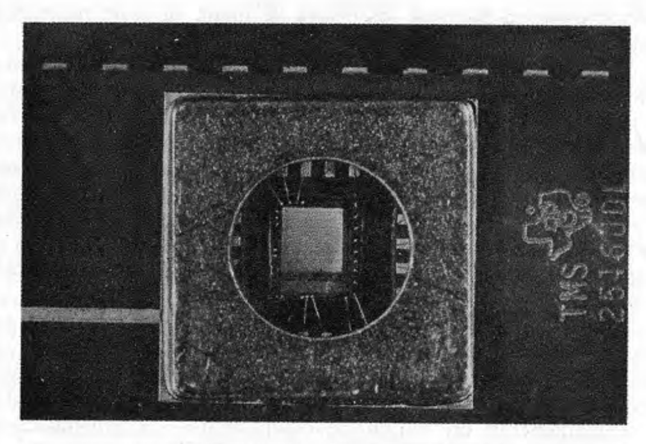
FIG. 6.1. Tabla de generaciones de los componentes electrónicos.

de vista de la complejidad de circuitos, no del tamaño físico), capaces de ser aplicadas a situaciones más complejas que los de la primera generación.

Aproximadamente en la misma época, se introdujeron los dispositivos magnéticos de almacenamiento (en un principio cintas) gracias a los cuales el personal de proceso de datos pudo conservar grandes candidades de datos en estos medios y hacerlos procesar por la CPU.

La característica de ambas generaciones, empero, era que el componente básico consistía en una entidad separada o discreta que tenía que ser montada a mano formando los circuitos funcionales. Fue el coste de la mano de obra en la fase de montaje lo que más encarecía el precio de los ordenadores. En el primer ordenador, el Harvard Mark I, de tipo electromecánico, se necesitaban unos 800 kilómetros de cable para unir entre sí los componentes, una labor efectuada a mano.

El progreso decisivo, que al final condujo a la microelectrónica, llegó unos pocos años después de la invención del transistor, pero se tardó aproximadamente una década en dominar las técnicas de fabricación de esta nueva tecnología. Una vez que esto sucedió, fue posible combinar varios circuitos en una superficie de menos de 5 mm cuadrados. Esta nueva tecnología era la de los *circuitos integrados,* y su principal repercusión consistió



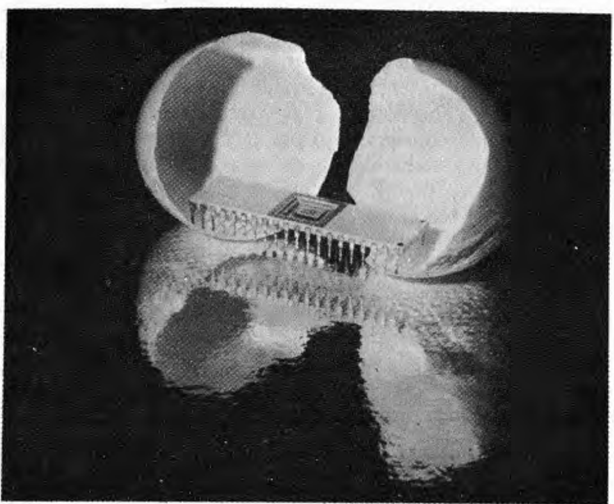


FIG. 6.2. Un diminuto chip, de unos 5 mm de lado por 1 mm de espesor, contiene muchos miles de circuitos electrónicos. Se aloja en una base de unos 40 mm de larga, y se «conecta» al mundo exterior por medio de cables finos que van a las conexiones metálicas situadas en el exterior de la cápsula de plástico. (Foto superior: cortesía de Texas Instruments; foto inferior: cortesía de Intel Corporation.)

precisamente en eliminar los costes de mano de obra necesarios hasta el momento.

Fue en 1964 (aproximadamente) cuando los circuitos integrados comenzaron a utilizarse en cualquier número en la construcción de ordenadores, marcando el comienzo de la *tercera generación.* Al principio sólo se podían combinar unos pocos componentes, del orden de una decena; esta técnica se denominó integración a pequeña escala (SSI - *Small Scale Integration*). Con el progreso de las técnicas de fabricación de circuitos integrados fue posible pronto combinar hasta cien componentes, lo que se conoce como integración a media escala (MSI - *Medium Scale Integration*).

Hoy día es posible agrupar unos 30.000 componentes en un chip del mismo tamaño, 5 mm de lado y 1 mm de espesor, o sea, se ha logrado la integración a gran escala (LSI - *Large Scale Integration).* Se espera que hacia 1985 será posible combinar aproximadamente un millón de componentes en integración a escala muy grande (VLSI - *Very Large Scale Integration).*

Aunque fue a principio de los años cincuenta cuando los ingenieros comenzaron a darse cuenta de las excitantes posibilidades de los circuitos integrados, tuvieron que resolverse antes de su empleo ciertos problemas clave de fabricación. El proceso de fabricación que consigue agrupar tantos circuitos electrónicos en un espacio tan reducido se estudia detalladamente en otro libro *(Microfuture,* por J. Shelley, publicado por Pitman). El producto final se denomina *chip* (o pastilla).

Su construcción se basa en varias ciencias distintas —física, química, electrónica, informática y fotografía—. Por el momento, debemos dar por supuesto que es técnicamente posible fabricar en serie ordenadores en una pastilla de silicio de 5 mm de lado conocida comúnmente como *chip.*

Microprocesadores y microordenadores

El ordenador tradicional (Fig. 6.3), o sea el conjunto formado por la unidad central de proceso consistente en la unidad aritmética y lógica, unidad de control y unidad de memoria, se divide a menudo en dos partes principales.

La primera de ellas consta de la unidad de control y la aritmética/lógica, y se denomina en conjunto *procesador central* (PC). La segunda parte es la unidad de memoria.

Un *microprocesador* no es diferente del procesador central de un ordenador convencional, lo que implica que consta de unidad de control y unidad lógica y aritmética únicamente, y que puede fabricarse en forma de chip.

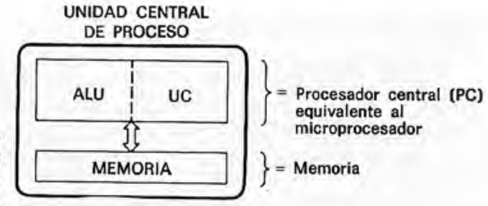


FIG. 6.3.
Unidad central de proceso (CPU) de un ordenador tradicional.

El microprocesador por sí solo no es, desde luego, un ordenador; para formar un microordenador hay que añadirle un «almacén» o unidad de memoria, dispositivos de entrada y salida, y sistemas de almacenamiento auxiliar, y entonces un conjunto de programas que constituyen el sistema operativo para transformar el hardware en un ordenador que funcione. En la figura 6.4 se ilustra un sistema así formado.

Esencialmente, no existen diferencias entre un ordenador tradicional y un microordenador, puesto que ambos funcionan de la misma manera. Un programa escrito para un ordenador tradicional puede servir sin modificaciones para un microordenador; la única diferencia entre ambos tipos de máquina es una simple cuestión de tamaño y precio.

El microprocesador puede ser fabricado en cantidades industriales a bajo coste, en parte porque el coste de mano de obra asociado al ensamblaje de componentes resulta eliminado, siendo reemplazado por un proceso que involucra procedimientos químicos y fotográficos (fotolitografía).

Pero esto no es todo. La misma tecnología microelectrónica utilizada para fabricar los chips microprocesadores sirve para fabricar en cantidades industriales chips de memoria.

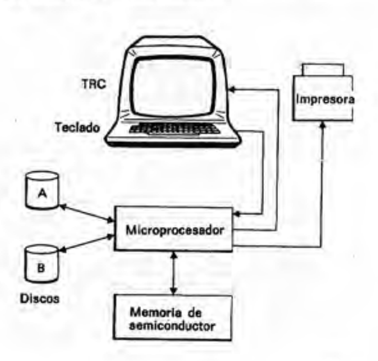


FIG. 6.4. Sistema microordenador compuesto por: teclado de entrada, pantalla de salida, dispositivo de salida impresa, discos flexibles para almacenamiento auxiliar, unidad de microproceso y memoria principal del microordenador.

Memorias de microordenador

Las memorias principales de un microordenador son tan baratas y pequeñas como el propio microprocesador. Ambos elementos combinados forman una unidad central de proceso de capacidad comparable a la CPU de muchos ordenadores tradicionales (Fig. 6.5).

La unidad de memoria de un microordenador se suele conocer como RAM, siglas que corresponden a *Random Access Memory* (memoria de acceso aleatorio). Igual que en la memoria principal de los ordenadores tradicionales, la información se puede introducir en este tipo de memoria por medio de dispositivos de entrada, y convertirse a un formato legible por los seres humanos mediante dispositivos de salida, y por supuesto, la información contenida en memoria RAM puede ser procesada.

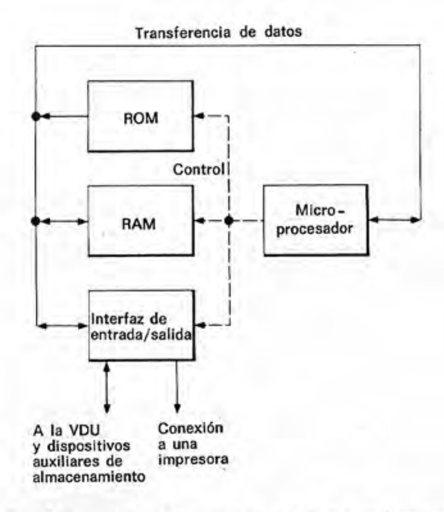


FIG. 6.5. Microordenador consistente en microprocesador (unidad aritmética y lógica —ALU— y unidad de control —UC—), memorias ROM y RAM, junto con un dispositivo interfaz (adaptador) que conecta el microordenador a dispositivos externos. Las líneas de puntos indican el sentido en que se ejerce el control, desde el microprocesador hacia las otras partes del sistema. Las otras líneas muestran la trayectoria de transferencia de datos que permite la circulación de información entre las partes individuales.

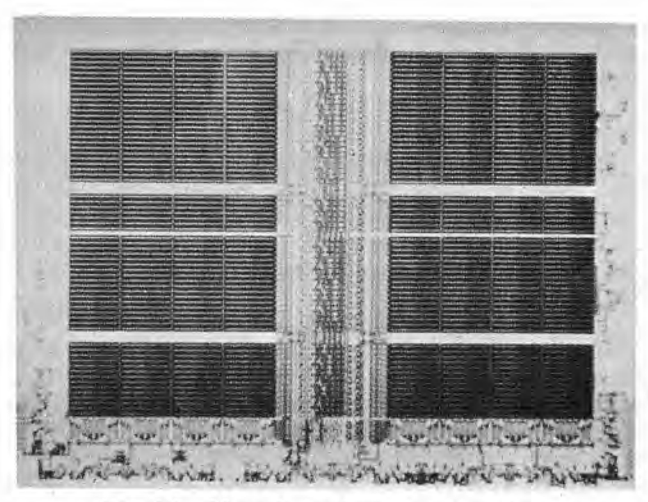


FIG. 6.6. Memoria moderna de microchip.

Las memorias RAM, al permitir tanto la «lectura» como «escritura» de información en ellas se denominan también memorias de lectura/escritura. La información se conserva en ellas durante un período limitado de tiempo, o se modifica de acuerdo con los requisitos del programa de aplicación. Cuando se desconecta el microordenador, lo normal es que se pierda la información contenida en RAM y que, en consecuencia, no pueda volverse a utilizar.

Existe en los microordenadores otro tipo de memoria que no pierde su contenido, permaneciendo intacta cuando se desconecta el aparato, gracias a lo cual sigue disponible para cualquier otra ocasión. Típicamente, la información que se conserva en este tipo de memoria es tal que no necesita ser modificada, por ejemplo, el sistema operativo y tablas o cifras empleadas por compañías de seguros. Esta memoria se llama ROM, o memoria de sólo lectura *(Read Only Memory)*, porque la información que contiene sólo es susceptible de «lectura», y no sólo una vez, sino tantas como sea necesario.

El desarrollo de programas de ordenador, especialmente el software de sistema operativo que controla el funcionamiento de los elementos de hardware, es un procedimiento bastante caro. No es raro invertir muchos millones de pesetas en la elaboración de un sistema operativo. Es comprensible, pues, que se proteja

este software conservándolo en ROM, de modo que cada vez que se conecte la máquina esté listo para ser utilizado y libre de interferencias.

Las memorias RAM y ROM son los dos tipos principales de memoria utilizados en microordenadores. Como se fabrican en chips de silicio, también resultan baratos cuando se producen en cantidades industriales. En cuanto a la memoria ROM, como es imposible alterar la información una vez que se ha «grabado» en el chip, conviene asegurarse de que esta información es totalmente correcta, pues de lo contrario el chip sería por completo inútil.

Una variante del chip ROM, conocida como *memoria programable de sólo lectura* o PROM *(Programmable Read Only Memory)* también permite la «lectura» de su contenido, pero difiere de una memoria ROM ordinaria en que, por medio de un dispositivo especial denominado programador prom, se puede registrar información en el chip. Ésta es una tarea propia de especialistas, y no de usuarios de microordenadores en general. La ventaja principal que supone para el usuario es que pueden disponer de sus propios programas o datos grabados en el chip, de forma que una vez programado, su contenido queda inalterable.

Hay otro tipo de chip de memoria que admite la modificación de su contenido. Nos referimos a las memorias PROM



FIG. 6.7. Ordenador monochip compuesto por todos los elementos mostrados en la figura 6.5. Contiene una memoria EPROM en lugar de ROM, que puede ser borrada haciendo pasar un haz de luz ultravioleta a través de una ventana transparente; a continuación el dispositivo puede reprogramarse para ser utilizado de nuevo.

borrables o EPROM (*erasable* PROM), como la que aparece en la figura 6.7. Cuando se expone el chip a un haz de luz ultravioleta, toda la información binaria adopta el estado binario 1, siendo destruida en el proceso la información original. Esta modalidad de memoria es más cara que los chips de PROM, y para su reprogramación se emplean programadores prom especiales. No obstante, una vez reprogramado, el chip EPROM se vuelve a colocar en el microordenador y únicamente puede utilizarse en modo de sólo lectura.

Tipos de microordenador

El microordenador monochip

Un microordenador compuesto por microprocesador y memoria puede integrarse en un solo chip, que por cierto, sería muy poco útil para quienes necesitan los servicios proporcionados por un ordenador central para ejecutar sus programas de gestión de nóminas, evaluación de costes de producto, listas de correo, etc. Para estas actividades de proceso de datos se necesita un sistema microordenador mucho más complejo y consiguientemente más caro.

Por otro lado, el diminuto chip dotado de la potencia de un computador es ideal para controlar muchos procesos industriales, tareas para las que se vienen utilizando por lo general dispositivos electromecánicos. Es también la pieza básica de las calculadoras de bolsillo.

En un *microordenador monochip,* todas las funciones propias de la CPU están incluidas en una pequeña pastilla de silicio (Fig. 6.8). La parte correspondiente al microprocesador realiza las operaciones lógicas y aritméticas, y esta unidad de control coordina las actividades de un programa grabado en la memoria, concebido para una aplicación específica y contenido en ROM, PROM o EPROM. Por medio de un dispositivo de entrada, se introducen en la memoria RAM los datos constantemente variables generados en una aplicación particular, y el resultado del programa es manejado por un dispositivo de salida, el cual puede, pongamos por caso, establecer el programa de giro de una lavadora, activar una alarma o controlar la inyección de combustible de un vehículo a motor.

Las ventajas de los ordenadores de microchip estriban fundamentalmente en la reducción de precio y tamaño de los componentes, incremento de rendimiento y fiabilidad, y posibilidad de innovación. La mayoría de las empresas industriales pueden

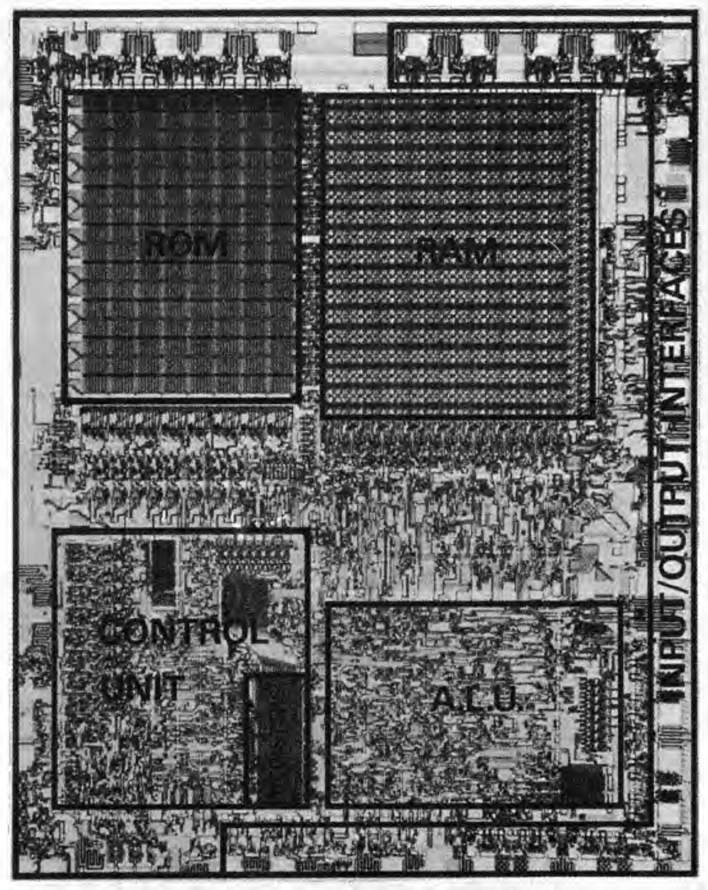


FIG. 6.8. Diminuto microordenador contenido en una superficie de 5 mm de lado y 1 mm de espesor. Consta de todas las unidades esenciales de un ordenador tradicional, unidad de control, ROM, RAM, interfaces de entrada/salida y ALU. (Cortesía de Intel Corporation.)

ahora permitirse la utilización de las posibilidades brindadas por los ordenadores. Aunque sería económicamente posible mejorar los métodos existentes sin ayuda de ordenadores, se ha llegado a una situación en la cual las empresas no pueden permi-

tirse prescindir de los computadores sin exponerse a perder competitividad.

Un ordenador contenido en un solo chip puede costar entre 2 000 y 10 000 ptas, pero para mantener este precio tan bajo es imprescindible fabricarlos en grandes cantidades.

Sin embargo, hace falta considerable trabajo en el campo del software para producir los programas que hacen funcionar a los chips, y también labor de ingeniería para acoplar el chip a los dispositivos de entrada y salida.

Cargando un programa nuevo en la memoria EPROM, el ordenador de microchip está listo para realizar otra tarea.

Sistema microordenador multiplaca

El ordenador monochip de precio comprendido entre 2 000 y 10 000 ptas, dependiendo de su complejidad y grado de especialización, es apropiado para control de procesos, instrumentación y comunicaciones, pero hay muchas otras aplicaciones que requieren bastante más capacidad que la ofrecida por estos aparatos. Podemos citar como ejemplo el proceso de datos y las aplicaciones comerciales en general. En este caso se necesitan dispositivos de entrada/salida mucho más complicados que el simple botón y la reducida pantalla visora tipo calculadora de bolsillo. En la figura 6.9 aparece una VDU con teclado QWERTY y un sistema de almacenamiento masivo a base de discos flexibles.

Varias placas, cada una dedicada a una función particular, como por ejemplo, la placa de acoplamiento de entrada y salida, una o más placas ROM/RAM, un microprocesador, una placa de gráficos, etc., se instalan sobre una placa horizontal denominada *placa madre* (Fig. 6.10), las placas individuales se interconectan a través de ella y se alojan en una caja que, efectivamente, constituye el microordenador. Es interesante mencionar que la caja puede llegar a costar más que la tecnología a la que da cabida.

Todos los dispositivos periféricos deben estar conectados al microordenador para formar un sistema completo de hardware, y éste a su vez necesita un sistema de software que controle los elementos de hardware, así como los programas de aplicación que se ocupan de las tareas específicas de proceso de datos.

Generalmente, el dispositivo de entrada/salida es una unidad de representación visual en la que el teclado actúa como dispositivo de entrada y la pantalla de rayos catódicos como dispositivo de salida. En ocasiones se requerirá también una impresora para la producción de copias permanentes. El sistema

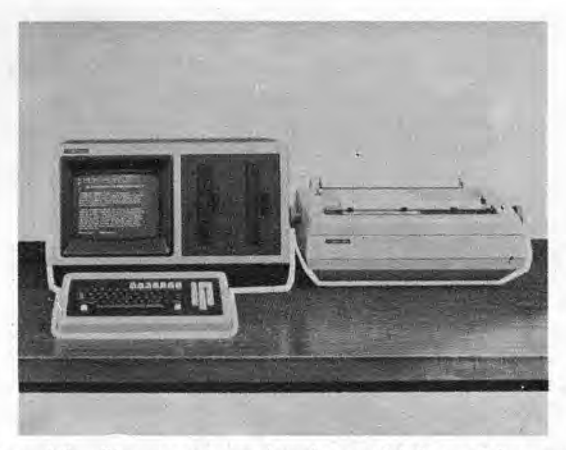


FIG. 6.9. Sistema microordenador multiplaca típico que incluye un teclado y una pantalla VDU para entrada y salida, minidiscos flexibles para almacenamiento auxiliar, y el microordenador propiamente dicho alojado en la caja. (Cortesía de Toshiba.)

de almacenamiento de datos, programas de aplicación y parte del software operativo que no puede conservarse en ROM se deja a cargo de algún dispositivo de almacenamiento masivo (auxiliar), que puede ser un sistema a base de cintas y magnetófonos ordinarios de cassette, o bien sistemas de almacenamiento en discos flexibles.

En estos dispositivos se pueden conservar inmensas cantidades de datos. Un minidisco flexible puede contener, normalmente, hasta 250 000 caracteres en cada superficie, y si se trata de un disco doble, como los musicales, esta cifra se duplica. Cuando se emplean unidades dobles, el sistema microordenador dispone de dos diskettes, pudiendo llegar en cada instante a una cualquiera de las cuatro caras. Cuatro caras proporcionan un millón (o un megabyte) de caracteres, si un byte equivale a un carácter. Ciertos progresos en materia de almacenamiento masivo permiten duplicar la cantidad de información almacenada en un disco agrupando de forma más compacta la información, con lo que se alcanzan cifras de dos megabytes, o dos millones de caracteres de texto, disponibles en todo instante con los sistemas de discos gemelos.

Retirando uno de los discos y sustituyéndolo por otro, el

microordenador dispone de otro millón de caracteres, y este proceso puede repetirse indefinidamente. Cada minidisco cuesta entre 1 000 y 5 000 ptas, de modo que la información almacenable en un sistema de minidiscos es relativamente barata y casi infinita. Por su parte, el precio de los sistemas de accionamiento de discos oscila en torno a las 200 000 ptas o más.

Las versiones de cassette son más baratas pero también más lentas, porque en este caso se tiene acceso a la información almacenada en serie (véase Cap. 5).

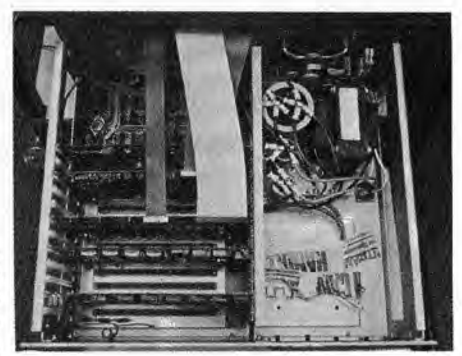


FIG. 6.10. Placas separadas insertadas verticalmente en la placa madre horizontal.

Como se vio también en el capítulo 5 utilizando la analogía de un LP musical, se puede llegar a la cuarta pieza de música directamente colocando la aguja encima de la cuarta pista (o banda). Este sistema más directo de acceso es el que utiliza un mecanismo de discos flexibles, colocando la cabeza de lectura/escritura («aguja») automáticamente sobre la pieza de información requerida en cuestión de milésimas de segundo (milisegundos). Asimismo, el sistema operativo de discos conserva un registro del lugar donde se contiene cada programa y elemento dato, definido por el número de superficie, pista y sector del minidisco. Puede entregar en pocos milisegundos cualquier elemento de información contenido en una cualquiera de las cuatro superficies de un sistema doble de discos.

Esta velocidad de funcionamiento y posibilidad de llegar automáticamente a cualquier pista y superficie, lo que hace del sistema de discos el único dispositivo de almacenamiento auxiliar apropiado para las aplicaciones de proceso de datos.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 6

Ordenador central.
Miniordenador.
Microordenador.
Circuitos integrados.
Integración a pequeña escala (SSI):
  hasta 12 componentes en una pastilla de silicio.
Integración a media escala (MSI):
  hasta 100 componentes.
Integración a gran escala (LSI):
  en la actualidad, hasta 30 000 componentes.
Chip.
Microprocesador/microordenador.
Memoria de acceso aleatorio (memoria de lectura/escritura o RAM).
Memoria de sólo lectura (ROM).
Memoria programable de sólo lectura (PROM).
PROM borrable (EPROM).
Microordenador monochip.
Placa madre.
Microordenador multiplaca.

Ejercicios

1. *Enumerar los tres tipos o clases principales de ordenador.*
2. *Citar la fecha aproximada de aparición de los ordenadores electrónicos.*
3. *El estudio de proceso de datos comenzó a interesarse por los ordenadores a principios de los años cincuenta. ¿Cuál fue el progreso correspondiente en materia de hardware?*
4. *En la actualidad hablamos de cuatro generaciones de ordenadores. ¿Cuál es el componente electrónico característico de cada una de ellas?*
5. *¿En qué año, aproximadamente, pasaron a ser de uso general los* circuitos integrados*?*
6. *¿Qué significan las siglas siguientes: SSI, MSI, LSI?*
7. *Explicar brevemente la diferencia entre un microprocesador y un microordenador.*
8. *¿Qué significan las siglas RAM y ROM?*
9. *¿Qué significan las siglas PROM y EPROM?*
10. *¿Qué es un ordenador monochip? Enumerar diez aplicaciones industriales en las que se utilice este tipo de ordenador.*
11. *¿Qué se entiende por* ordenador multiplaca? *Citar cuatro campos de aplicación para este tipo de ordenador.*

12. *Una página formato A4 puede contener aproximadamente 2 000 caracteres. Si una cinta cassette posee capacidad para 250 000 caracteres, ¿cuántas páginas formato A4 podría contener?*
13. *¿Qué es un sistema operativo de discos? Describir en pocas palabras las funciones que realiza.*
14. *Explicar el significado de los siguientes términos:*
    milisegundo; *microsegundo.*

Temas de estudio

1. *Estudiar el motivo que justifica intentar agrupar muchos componentes en una pastilla de silicio.*
2. *Suponga que está trabajando en el departamento de administración de un gran hospital y que le han comunicado que se utilizará un sistema microordenador para colaborar en la tarea de registro de información acerca de pacientes. Sugiéranse los tipos de unidades de hardware que tendría ese microordenador, explicando el motivo. Si le comunican además que se emplearán cassettes para almacenar la información, ¿estaría de acuerdo? En caso contrario, ¿cómo argumentaría a favor de otro sistema de almacenamiento?*
3. *¿Cómo es posible integrar 30 000 o más componentes en un chip de silicio de 5 mm de lado?*

7. ORDENADORES E INFORMACIÓN

Un sistema ordenador, como ya hemos visto, consta de *hardware* y *software*.

El *hardware* se compone de:

1. *Unidad central de proceso* (CPU), que consta a su vez de *unidad de memoria* para almacenar datos y programas; *unidad aritmética,* que ejecuta las operaciones aritméticas, lógicas de decisión y comparación, y por último *unidad de control,* encargada de coordinar la actividad de la CPU decodificando las instrucciones de programa y efectuando las transferencias de datos entre los diversos elementos del *hardware.*
2. *Dispositivos de entrada,* cuya misión es introducir información en la CPU adaptada a un formato legible por la máquina.
3. *Dispositivos de salida,* que convierten la información binaria a un formato legible por los seres humanos.
4. *Dispositivos magnéticos de almacenamiento* para conservar datos y programas con carácter permanente.

Por su parte, el *software* comprende:

1. *Programa de sistema operativo,* cuya función es hacer que todo el sistema funcione conjuntamente.
2. *Programas de aplicación,* que indican al ordenador las diferentes tareas a realizar y el modo de ejecutarlas.

Estamos ahora en condiciones de estudiar con detalle los datos y archivos contenidos en un sistema computerizado.

Sistemas computerizados

Hemos visto que el funcionamiento de un sistema ordenador consiste en esencia en una operación que implica las fases de entrada/proceso/salida. Vamos a comentar en términos generales lo que supone cada una de estas fases, y aplicaremos las conclusiones a las aplicaciones siguientes:

— Un sistema de pedidos por correo.
— Un sistema de gestión de bibliotecas.
— Un sistema de registro de historiales clínicos.
— Un sistema de control de existencias.

Etapa de entrada

En esta fase, la información que procede de la fuente (por ejemplo, el encargo de un cliente en un sistema de pedidos por correo) se codifica en forma de datos, generalmente en algún documento de entrada tal como un formulario de pedido. Los datos contenidos en este documento de entrada se tienen que introducir entonces en el ordenador.

Si los datos se registran perforando tarjetas o cintas de papel, se requiere una etapa adicional de transcripción (véase p. 57), y en otro caso, con métodos más directos de entrada, tales como teclado-disco (o teclado-cinta), los datos se introducen en el ordenador directamente a partir del documento de entrada.

Es necesario contar con algún sistema de verificación de los datos introducidos, pues al fin y al cabo, datos incorrectos producirán resultados incorrectos. La verificación no es una tarea difícil, como tendremos ocasión de ver más adelante.

Habitualmente, la fase global de entrada consta de las siguientes etapas:

1. Fuente/origen de información.
2. Codificación de información en forma de datos.
3. Preparación de los datos para el dispositivo de entrada.
4. Verificación y validación de los datos introducidos (cuando sea aplicable).

Etapa de proceso

Como sabemos, los archivos contienen muchos registros separados. Compañías y organizaciones de todo tipo dependen de archivos y registros para almacenar la información que manejan todos los días. En los capítulos 3 y 5 hemos visto que los archivos se conservan de manera permanente en dispositivos de almacenamiento magnético tales como discos y cintas.

La introducción de nuevos datos en un ordenador se verifica en registros separados, pasando por un archivo intermedio de movimiento que más adelante se combina con el archivo maestro, proceso mediante el cual se mantiene este último actualizado. El archivo maestro es el empleado por los programas para producir los resultados exigidos por una aplicación dada. Los puntos fundamentales de la etapa de proceso son:

1. Utilización de archivos, tanto de movimiento como maestros.
2. Proceso de archivos, incluyendo:
   — Validación de los registros introducidos.
   — Clasificación de archivos según determinado orden (alfabético o numérico).
   — Combinación de archivos de movimiento con archivos maestros.
   — Ejecución de cálculos con los datos.
   — Actualización del archivo maestro.

Etapa de salida

Un objetivo muy frecuente es la producción de una salida específica, tal como hojas de paga para un conjunto dado de trabajadores, o un informe de ventas relativo a un periodo determinado, todo lo cual puede ser utilizado por la dirección para tomar decisiones acerca de la futura política de fabricación y objetivos comerciales.

En otras aplicaciones, puede ser necesario únicamente seleccionar un registro de entre muchos otros. Por ejemplo, en un sistema de gestión de historiales clínicos, un médico solicitará detalles relativos a un paciente en particular, o en un sistema de gestión de bibliotecas el bibliotecario necesitará datos acerca de un libro.

Lo que debemos tener bien presente es que lo que se requiere es «información», y en consecuencia, deben presentarse de forma compacta los datos contenidos en el interior del ordenador a la persona o personas que lo soliciten, y de manera fácilmente legible y significativa, es decir, lo que conocemos como información.

Métodos de validación

Como humanos que somos, cometemos errores. Al conversar y comunicarnos con nuestros semejantes, nuestros cerebros humanos tienen en cuenta, y a menudo corrigen ciertas equivocaciones o errores cometidos por los demás. Sin embargo, cuando nos relacionamos o comunicamos con un ordenador, éste no posee

(todavía) esta capacidad, y por consiguiente estamos obligados a tener mucho cuidado cuando presentamos datos a un ordenador, pues de lo contrario obtendremos resultados incorrectos basados en los datos erróneos introducidos.

Existen diversos procedimientos para reducir al mínimo el efecto de la introducción de datos incorrectos, relacionados con cierto grado de *redundancia.* Los seres humanos y la naturaleza en general tienden a emplear la redundancia de muy diversas maneras. Una flor produce cientos de semillas para asegurar la supervivencia de la especie, cuando en realidad bastarían unas cuantas para propagar la planta y dar fruto. En cuanto a las actividades humanas, la contabilidad emplea un sistema de doble entrada; al extender un cheque, además de escribir la cifra, anotamos la cantidad en palabras. Estos dos casos son ejemplos de sistemas utilizados para asegurar la exactitud de las cifras introducidas. Hay muchos otros ejemplos posibles, como el *dígito de comprobación* y los totales parciales.

La utilización del sistema de *dígito de comprobación* es simple, pero implica realizar algunos cálculos adicionales con los números considerados. Por ejemplo, supongamos que estamos tratando con un número de artículo. Añadiendo un dígito extra (el de comprobación), se puede lograr cierta protección frente a la introducción de números equivocados. El fundamento es el siguiente:

Supongamos que el número que se desea introducir es 2534; a cada una de sus cifras se le asigna un valor (de izquierda a derecha):

dígito:	2	5	3	4
valor:	1	2	4	8

Multiplicando el dígito por su valor se produce un producto total, a saber:

$$(2\times1) + (5\times2) + (3\times4) + (4\times8)$$
$$2 \quad + \quad 10 \quad + \quad 12 \quad + \quad 32 \quad = 56$$

Supongamos ahora que se divide el producto entre 11, lo que arroja un cociente de 55 con un resto igual a 1. Restamos el resto de 11 para dar 10 (o ×, como se escribe en la práctica). El dígito de comprobación es precisamente este número, 10 ó ×. Ahora supongamos que el número original (2534×) lo introduce una secretaria de contabilidad cometiendo un error de transcripción, tal como 2354×. El programa de validación efectúa los siguientes cálculos con el número introducido:

$$(2\times1) + (3\times2) + (5\times4) + (4\times8) =$$
$$=2+6+20+32=60$$

Igual que antes, este resultado se divide entre 11 (60+11=5 con resto 5), y el resto (5) se resta de 11 dando 6, cifra que se compara con el dígito de comprobación del número original. Si coinciden, se supone que el número introducido es correcto, pero de lo contrario, como en el último caso, y dado que el dígito de comprobación es × (es decir, 10), el programa de validación produce un mensaje de error para avisar al operador.

A continuación estudiaremos las tres etapas, entrada/proceso/salida para las cuatro aplicaciones mencionadas; sin embargo, antes de proceder con cada caso, necesitamos estudiar el tipo de hardware más adecuado en cada uno.

Sistema de pedidos por correo

Hardware

Un sistema a base de microordenador sería la elección evidente para una aplicación de escala media de este tipo. El microordenador es relativamente barato en comparación con el coste de un miniordenador o la utilización de un sistema de tiempo compartido; en este último caso, un centro de cálculo dispone de un ordenador de gran envergadura y contrata la utilización de sus servicios ejecutando programas de otros usuarios, pero el coste puede ser elevado.

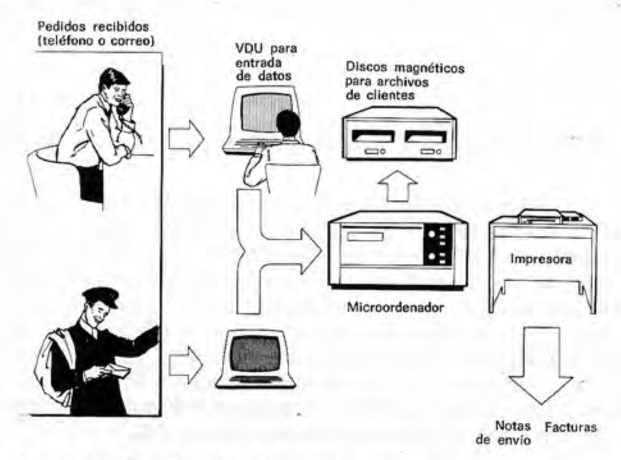


FIG. 7.1. Introducción de datos a un sistema computerizado de archivo de clientes.

En la figura 7.1 se representa esquemáticamente un sistema típicamente empleado en este tipo de aplicación; consta de un microordenador, unidades de entrada y salida, y un dispositivo de almacenamiento para conservar permanentemente programas y datos.

Entrada

Fuente de información. El cliente codifica su pedido en un formulario especial consignando los números de artículo tomados del catálogo vigente, enviando a continuación el formulario cumplimentado a la compañía.

Preparación. Al recibir los pedidos, los datos obtenidos de los respectivos formularios se introducen por medio del teclado en un archivo de movimiento de pedidos, y se conservan en un disco flexible hasta que sean requeridos.

Validación. Al teclear cada elemento, puede ser verificada su validez mediante un sencillo programa que posee una lista de todos los números válidos de artículo del catálogo vigente; este programa comprobará los números introducidos comparándolos con la lista de números válidos. Si comprueba que existe acuerdo, dará por supuesto que el número es válido.

Si el programa descubre que no se produce coincidencia, producirá un mensaje de error tal como «número de artículo inválido», para que el operador encargado de la entrada de datos compruebe si el pedido del cliente se copió incorrectamente, y efectuar la corrección pertinente, pero si el número inválido fue introducido por el propio cliente al rellenar el formulario, se le devolverá notificándole el error.

Otro tipo de error que se puede cometer muy fácilmente es teclear caracteres alfabéticos o de otro tipo en lugar de números. Por ejemplo, si el número de código es 123999 pero el operador teclea 123)99, el programa de validación puede detectar con suma facilidad el error e indicar al operador que vuelva a efectuar la entrada.

Sin embargo, un error que el programa es incapaz de detectar es la introducción de un número válido de código (ya sea por parte del operador o por el cliente) pero no correspondiente al artículo deseado por el cliente. Por ejemplo, si se encarga Enorma (3120) en lugar de Red Knight (3128), el error no será detectado hasta que el cliente reciba las semillas. Conviene tener bien claro que el ordenador sólo puede detectar ciertos tipos de errores.



Proceso

Cuando la compañía recibe los pedidos del día, los pasan al archivo de movimiento diaria o semanalmente, lo que sea más conveniente en cada caso. Una vez a la semana, quizás los viernes, se combina este archivo con el maestro (véase Fig. 7.2); cada pedido constituirá un registro, que contendrá, además de los detalles relativos al pedido, el nombre y dirección del cliente junto con su número único de identificación (el campo clave).

Después de colocar los datos contenidos en la hoja de pedido en el archivo de movimiento, el propio formulario se transfiere al departamento de envíos.

Más tarde, si surge alguna duda acerca de un pedido determinado, el registro se puede encontrar buscando el campo clave correspondiente en el archivo maestro, hasta encontrar el número que define unívocamente al cliente afectado. Entonces, todos los detalles requeridos pueden obtenerse impresos. En la figura 7.3 se ilustra un registro típico de un cliente.



FIG. 7.2. Combinación del archivo de movimiento de pedidos con el archivo maestro vigente para producir un nuevo archivo maestro actualizado.

El archivo maestro puede servir también para proporcionar detalles tales como el total de ventas de cada artículo, información que posiblemente se necesite mensualmente para determinar la política futura de producción y comercialización. Los artículos que se venden bien sufrirán un incremento en su producción, y al contrario, tal vez se deje de fabricar los que no se venden, o se emprenda respecto a ellos una política de publicidad más intensa.

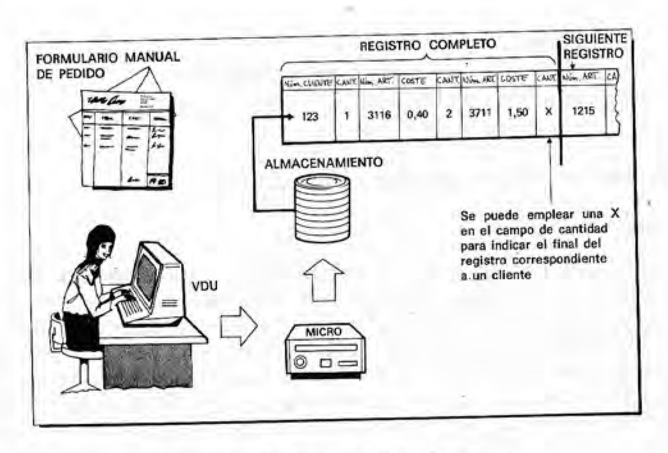


FIG. 7.3. Registro típico de cliente.

Se puede obtener un análisis mensual de la circulación de dinero en efectivo calculando el total correspondiente a los pedidos procesados en el archivo maestro, y los detalles de este análisis se hacen llegar al departamento de contabilidad.

Un sistema microordenador de estas características podría emplearse para varias finalidades; podría servir también para ocuparse de la gestión semanal (o mensual) de la nómina produciendo hojas de paga por medio del dispositivo impresor, y podría generar facturas para los clientes que no han enviado cheques junto con el pedido. Las cartas convencionales también podrían realizarse con el microordenador utilizándolo a modo de procesador de palabras, y se podría emplear un programa de control de existencias para conocer detalles relativos a los niveles de existencias de cada artículo. En otras palabras, el sistema de pedidos no sería la única función del sistema microordenador.

Salida

Además del envío de los artículos solicitados, el sistema descrito anteriormente podría producir la salida siguiente, suponiendo que se dispusiera de un sistema impresor para producir copias permanentes:

— Pedidos de cada semana, mes y año.
— Análisis de ventas para estadísticas de comercialización.
— Facturas cuando fuesen necesarias.

— Nóminas.
— Información de control de existencias.
— Cartas convencionales.

Sistema de registro de historiales clínicos

Hardware

En esta aplicación es necesario tener acceso inmediato a los detalles de cualquier paciente ingresado en el centro. Por tal motivo, conviene emplear una VDU para que dichos detalles estén rápidamente a la vista en la pantalla (Fig. 7.4). Se podría utilizar una impresora adjunta si el personal médico requiere una copia permanente de la información. Un sistema de microordenadores sería la mejor opción en el futuro, contando con que estos aparatos sigan progresando en sofisticación y capacidad, pero en el momento actual, un miniordenador del tipo más tradicional sería la opción más realista, puesto que en el caso de un hospital los registros deben conservarse muchos años, y los grandes sistemas de almacenamiento necesarios para conservar todos los registros son más apropiados para miniordenadores que para microordenadores. Sin embargo, la diferencia entre mini y microordenador es cada día más difusa, de manera que a menudo un tipo de sistema ordenador puede describirse como cualquiera de ellos.

En la actualidad, muchos hospitales cuentan con un sistema puramente manual en el que se suele conservar únicamente una

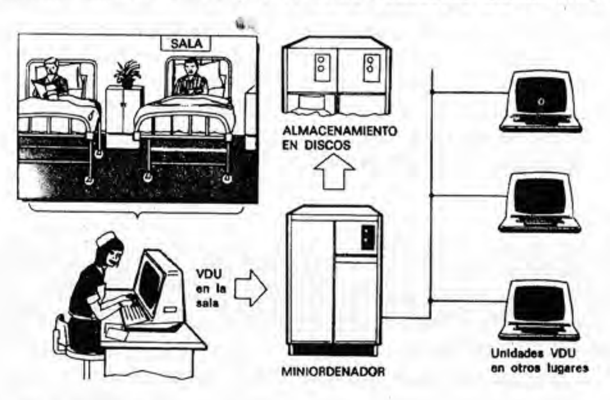


FIG. 7.4. Sistema de registro de historiales clínicos.

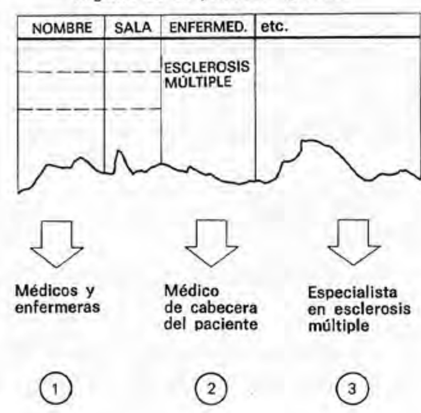


FIG. 7.5. El registro de un paciente puede ser utilizado por diversas clases de personal médico y sanitario.

copia de cada registro, normalmente almacenadas en carpetas y en armarios archivadores. Si esta copia se pierde (en un envío por correo o simplemente traspapelándose en el archivo), no existe otra. En algunos casos, este anticuado método de archivo ha causado el fallecimiento de un paciente porque los médicos no han tenido la información necesaria en el momento oportuno. Todos estos sistemas antiguos serán computerizados en los próximos años.

Podemos identificar al menos tres clases de personal que necesitan detalles de los pacientes que están o han estado ingresados en un hospital (Fig. 7.5). En primer lugar, el personal médico y las enfermeras. En este caso, los detalles relativos a cada paciente se obtienen fácilmente tecleando su número único de identificación.

En segundo lugar, el médico de cabecera del paciente necesitará conocer ciertos detalles, para que cuando el paciente sea dado de alta pueda continuar administrándole un tratamiento adecuado en caso necesario. Estos detalles, conservados en el sistema ordenador del hospital, pueden imprimirse en una copia permanente y enviarse al citado médico.

En tercer lugar, es posible que el médico encargado en el hospital del paciente desee confeccionar un archivo detallado de los pacientes atendidos en el transcurso de varios años, por motivos de investigación o estadísticas acerca de una enfermedad en particular. Por consiguiente, los detalles pertinentes se introducirán también en el archivo de los casos de este médico.

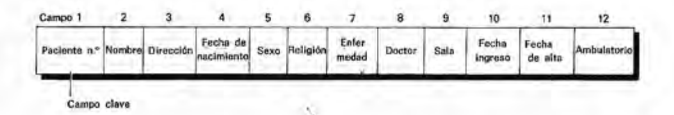


FIG. 7.6. Registro de un paciente con campo clave numérico.

Entrada

La fuente de información. Los detalles relativos al paciente se escriben en un formulario facilitado por el hospital, y se irán añadiendo otros con el tiempo, bien por parte del personal médico y sanitario durante la estancia del paciente en el centro, o posiblemente, por el médico de cabecera que envía al paciente al hospital.

Codificación de información en forma de datos. La codificación de información es función del personal de administración del hospital que recibe la información original relativa al paciente. Los dispositivos de entrada por teclado probablemente sean los preferibles. En la figura 7.6 se indica parte de la información requerida de cada paciente.

Validación. Hay aspectos como edad y sexo que pueden ser validados. Si el paciente es hombre o mujer, la entrada de otro «sexo» hará sospechar un error, y se solicitará al operador que vuelva a teclear la información; asimismo, la edad del paciente debe estar comprendida entre ciertos límites, por ejemplo, la fecha de nacimiento no debe estar en el futuro, y la edad no puede superar, pongamos por caso, los ciento veinte años. Sin embargo, los nombres y domicilios de los pacientes no son tan fácilmente validables.

El procedimiento habitual en estos casos es imprimir los detalles en una hoja y hacer que el paciente los compruebe por sí mismo; todo error que descubra será corregido por el personal encargado.

Cuanto más registros se automaticen, será más normal la práctica de la autocomprobación. Siempre será preferible tener la oportunidad de corregir los errores que considerar el procedimiento una molestia y quejarse, como hacen algunos.

Proceso

Como el sistema de registro de historiales de un hospital sirve en principio para proporcionar detalles acerca de los

pacientes ingresados, debe existir algún método para actualizar regularmente el archivo. Al ingresar un nuevo paciente, sus detalles deben pasar a formar parte del archivo maestro, y cuando es dado de alta, ya no es necesario conservar en dicho archivo su historial, puesto que no será necesario con carácter inmediato, y se pasará a un archivo de antiguos pacientes. Corresponde al hospital determinar cuándo se retirará el historial de un paciente del archivo maestro.

En la figura 7.7 se representa esquemáticamente un sistema de estas características, aunque en realidad, el personal de administración tiene muchas más tareas que las indicadas en este sencillo diagrama; deben crear archivos para ciertos especialistas. Por ejemplo, uno de pacientes con enfermedades cardíacas, con enfermedades de huesos (ortopédicas), con problemas ginecológicos, etc. La descripción detallada del sistema de gestión de un hospital necesitaría un estudio especial, que se sale del alcance de este libro. Lo que es importante apreciar es que existen muchas aplicaciones del sistema, aparte del suministro de información a médicos y enfermeras.

Salida

En un sistema manual, cuando un médico necesita conocer los detalles relativos a un paciente, tendrá que telefonear al departamento de registros o dirigirse en persona al mismo y posiblemente perder tiempo esperando que le atiendan.



FIG. 7.7. Creación de un archivo de antiguos pacientes.

Cuando el sistema emplea ordenadores, todo lo que necesita el médico es ponerse en contacto con el archivo maestro de pacientes por medio del terminal más cercano tecleando el número correspondiente, y dispondrá en cuestión de segundos la información deseada, incluso de una copia impresa si así lo solicita.

Por consiguiente, un sistema computerizado es mucho más eficiente proporcionando información inmediata que cualquier sistema manual. Esto redunda en beneficio del médico, que no tiene que perder tiempo, y del paciente, puesto que el médico dispone de todos los detalles cuando los necesita.

Naturalmente, un sistema computerizado completo requiere una meticulosa planificación: cuántos terminales se instalarán, dónde (en la sala u otras dependencias), quién va a organizar los datos y encargarse de su introducción, etc. Asimismo, los médicos necesitan recibir un breve curso de adiestramiento en el manejo del sistema.

Sistema de gestión de bibliotecas

Hardware

En este caso sería adecuado un microordenador. El dispositivo de entrada podría ser un lector de código de barras (véase Cap. 4) que leyera las barras impresas en la cubierta de cada libro. La información relativa a todos los libros conservados en la biblioteca estaría contenida en discos flexibles o duros (véase Cap. 5) y se necesitaría la pantalla de una VDU para proporcionar los detalles de un libro en particular y una impresora para producir las copias permanentes que empleará el personal de la biblioteca.

Al igual que el sistema de gestión del hospital, el de bibliotecas es un ejemplo de sistemas de *suministro de información.* El cliente entra en la biblioteca con la intención de solicitar en préstamo un libro determinado si está disponible. Interrogando al sistema de ordenador de la biblioteca introduciendo título y autor del libro por medio del teclado, el bibliotecario averiguará si el libro está ya prestado o no; en el primer caso, se puede notificar la fecha de devolución y producir carta convencional solicitando que sea devuelto en la fecha correspondiente. Si el libro no está prestado, se le puede indicar al solicitante dónde se encuentra.

Cuando el solicitante ha escogido los libros, el lector de barras introduce los detalles relativos a los mismos, y el sistema proporciona en forma impresa la fecha de devolución.

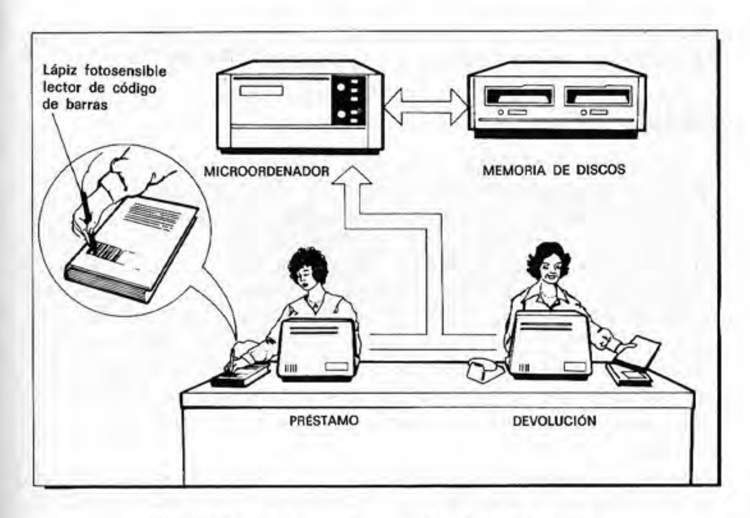


FIG. 7.8. Sistema de gestión de bibliotecas.

Un sistema sobre la base de microordenador sería adecuado para esta aplicación, compuesto por teclado para la introducción de detalles por parte del personal de la biblioteca, lector de código de barras para leer detalles acerca de los libros prestados o devueltos, una impresora para producir copias permanentes y cartas de devolución, una pantalla VDU para visualizar rápidamente los detalles solicitados acerca de un libro en particular, y un dispositivo de almacenamiento en discos flexibles para almacenar todos los detalles (véase Fig. 7.8).

Entrada

Fuente de información. La fuente de información es la propia colección total de todos los libros de que consta la biblioteca. Si todos ellos poseen código de barras, se utilizará un lector de barras consistente en un lápiz fotosensible o un dispositivo explorador (véase Cap. 4) para registrar los libros prestados. Interrogando a este registro, se pueden comprobar las solicitudes de los clientes (como hemos visto anteriormente).

Preparación. Hay que imprimir en cada libro el correspondiente código de barras, único para cada ejemplar.

Validación. Una vez que se ha impreso en cada libro el código de barras correcto, no es necesario ningún proceso de

validación, salvo una comprobación visual cuyo objeto es ver si las barras no se han torcido o borrado parcialmente.

Proceso

Al prestar un libro, el archivo maestro de libros se actualizará inmediatamente para indicar los libros prestados e incrementar una unidad la cifra correspondiente al número de veces que se ha prestado el ejemplar en cuestión. Este archivo maestro puede ser examinado todas las semanas o cada quince días para averiguar los libros que no han sido devueltos, labor que requiere la instalación de otro lector de código de barras en el departamento de devoluciones para registrar detalles de los libros devueltos. Se imprimirá una lista de los libros no devueltos para ser utilizada por el personal, y si es necesario se imprimirán cartas recordatorio para avisar a los que se retrasan en la devolución.

Para aplicaciones de control de existencias, es decir, control de los ejemplares existentes en la biblioteca, se puede imprimir una lista completa, y si lo que se necesita es saber el número de veces que se ha prestado cada libro, es una tarea muy sencilla generar dicha estadística a partir del archivo maestro. De esta forma, los libros que no han sido nunca solicitados se pueden guardar en un almacén o incluso retirar de la biblioteca.

Salida

La salida producida por este sistema sería:

— Un libro prestado y un cliente satisfecho.
— Libros contenidos en la biblioteca, para control de existencias.
— Vencimiento de fechas de devolución y cartas impresas de recordatorio.
— Estadísticas de préstamos de cierto libro durante un periodo determinado.

Este sistema proporcionaría un servicio mucho más eficiente tanto para el público como para el personal de la biblioteca. Si existe una *red* que conecte varias bibliotecas, entonces cuando un ejemplar no esté en una, se puede consultar a las otras para ver si disponen de él, con lo que se prestará un gran servicio a estudiantes e investigadores, que en el momento presente deben esperar a que tales consultas se envíen por correo o por teléfono, provocando retrasos de varios días, mientras que con una red de ordenadores se les podría notificar en pocos minutos.

Control de existencias

El control de niveles de existencias que realizan los grandes supermercados no es una labor fácil, como muchos podrían pensar.

Para poder funcionar, una entidad comercial tiene que vender su género a los clientes, y cuando las existencias de un artículo en particular disminuyen debido a su venta, debe cursarse el correspondiente pedido al fabricante o almacén central (Fig. 7.9). Evidentemente, si el género no llega, el cliente comprará en algún otro lugar, con lo que la tienda en cuestión pierde ventas y beneficios. Es importante, pues, que el encargado conozca la cantidad exacta de existencias de todos los artículos que vende.

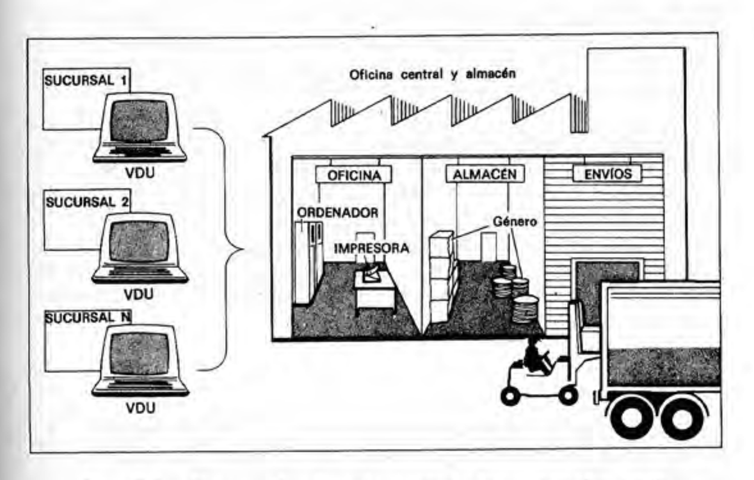


FIG. 7.9. Sistema de almacén central; las sucursales están en contacto con la central, y los pedidos de género se cursan a través de una red de ordenadores.

En un comercio pequeño, el encargado puede hacerlo fácilmente comprobando diariamente las existencias, y los pedidos estarán basados en la apreciación visual de lo que queda en los estantes y en el almacén, así como en la experiencia personal del encargado acerca de la venta de cada artículo.

En las empresas de mayor envergadura, tales como supermercados, esta inspección diaria resulta un tanto difícil. La gama

de artículos ofrecidos es más amplia, y las preferencias de los clientes son más complejas debido precisamente a su gran número, además de que no es probable que el encargado mantenga contactos personales con cada cliente.

Un factor común a grades y pequeños comercios es la necesidad de saber cómo se venden determinados artículos, de modo que es importante para ambos mantener algún tipo de control de existencias. En un comercio pequeño esta labor se puede efectuar con razonable facilidad todos los días, pero las empresas mayores deben confiar en algún otro sistema, y el más eficiente es el que hace uso de un ordenador.

Hardware

El sistema ordenador principal de una cadena de supermercados estará, muy probablemente, situado en la oficina o almacén central. Las diversas sucursales calcularán diariamente los niveles de existencias utilizando lectores de códigos de barras acoplados a un dispositivo portátil de memoria o almacenamiento (véase Cap. 4). Tras registrar la cantidad de existencias en el dispositivo de memoria portátil, éste puede comunicar su información al ordenador central a través de la línea telefónica.

En algunos casos, el personal de ventas efectúa una comprobación de existencias en nombre del supermercado para aquellos géneros que fabrica su compañía, y transfieren esta información a su propio ordenador central, con lo que la compañía decide la cantidad de unidades de un determinado artículo que suministrará a cada supermercado al día siguiente.

Entrada

La fuente de información es el nivel real de existencias disponibles en los estantes y en las dependencias de almacén del comercio de venta al por menor. El empleo de lectores de códigos de barras permite al personal de ventas registrar la información pertinente. No hace falta codificar los datos porque esta tarea ya se ejecutó al confeccionar los códigos de barras, ni tampoco validación, salvo en la fase de elaboración de los mencionados códigos de barras.

Proceso

El proceso consiste en la generación diaria de un archivo de movimiento que contenga los niveles de existencias de cada sucursal, que se combinan con los archivos maestros centrales.

Salida

La salida consiste en una lista de artículos que se enviarán a cada supermercado, y la consiguiente entrega de aquéllos.

Archivos ancestrales

Habiendo superado el problema de escribir programas y crear archivos de datos, sería desastroso que se perdiesen, y esto puede suceder. Los ordenadores no son más que máquinas, y como tales, pueden sufrir averías y romperse como resultado de fuerzas externas tales como incendios, cortes del suministro eléctrico, inundaciones o incluso ataques de bombarderos. Por este motivo se deben tomar precauciones para garantizar que en caso de avería, los archivos de datos y programas no se pierdan por completo. Uno de los procedimientos más comunes recurre a lo que se denomina *sistema de archivo ancestral,* que se aplica a archivos de datos, no a programas.

Se crea un nuevo archivo maestro actualizando el vigente partiendo de la información contenida en el archivo actual de movimiento. Denominaremos X al archivo maestro vigente e Y al archivo maestro recién generado, y veremos cómo funciona el sistema de archivos ancestrales.

En la terminología ancestral, el archivo maestro X se denomina *padre*, y el nuevo archivo Y, *hijo.* Si se conserva el archivo padre junto con el de movimiento después de haber creado el archivo hijo, si éste resultase destruido de alguna manera, podría regenerarse simplemente repitiendo el proceso de generación a partir del padre. En una etapa posterior, cuando se crea otro archivo de movimiento para actualizar el hijo (archivo Y), se denomina al nuevo archivo maestro generado archivo hijo (Z), el hijo previo (Y) pasa a ser el padre, y el antiguo padre (X) se transforma en el abuelo; de aquí proviene la denominación de archivos ancestrales. La figura 7.10 ilustra este procedimiento con los archivos X, Y y Z.

De esta forma, si tanto el hijo como el padre resultan destruidos o deteriorados, el archivo abuelo X junto con su respectivo archivo de movimiento puede regenerar el archivo padre, y éste con su archivo de movimiento el hijo, archivo Z. Raras veces es necesario remontarse más allá de dos generaciones, y por consiguiente, a su debido tiempo, el archivo abuelo puede retirarse del servicio y reciclarse.

Además de los archivos ancestrales, siempre es sensato, y además la práctica habitual, disponer de más de un ejemplar



FIG. 7.10. Archivo ancestral.

de los archivos o programas. Si tenemos una cassette con nuestra pieza musical favorita que no deseamos perder, a veces la copiamos en otra cinta, de modo que si perdemos la primera nos queda la segunda. Esta misma precaución se puede tomar en el caso del proceso de datos, y es especialmente útil con los programas largos y complicados.

Análisis de sistemas

Hemos visto que muchas aplicaciones de los ordenadores implican los siguientes aspectos:

— Elección de *hardware:* ordenador grande, mini o microordenador.
— *Software* de sistema operativo (véase capítulo siguiente).
— Dispositivos de entrada y salida apropiados a la aplicación en cuestión.
— Métodos de codificación de datos a partir de la fuente de información.
— Preparación y diseño de los formularios de entrada (hojas de lectura de contadores de gas, formularios de pedidos, facturas, etc.).
— Proceso de archivos.

Existen ciertos profesionales, conocidos como *analistas de sistemas,* especializados en aconsejar a las compañías y organizaciones en general acerca del mejor modo de incorporar un sistema de ordenadores, quienes se encargan de las tareas mencionadas más arriba.

Recomiendan el tipo de *hardware* que sería más eficaz así como el sistema operativo disponible más adecuado para utilizar con dicho *hardware.* Investigan la fuente de información y deciden los sistemas más eficaces de entrada y salida. Describen con detalle el procedimiento de gestión de archivos, etc. En otras palabras, y como indica el nombre, analizan el sistema existente, y recomiendan los mejores métodos para que la compañía cumpla sus objetivos.

Un estudio más detallado de las funciones de estos profesionales se saldrían del alcance de este texto, pero debemos tener presente su misión y el hecho de que, durante nuestra vida profesional, posiblemente tengamos que establecer contacto con ellos para explicarles lo que hacemos, para que puedan hacerse una idea del papel que desempeñamos en el cometido general de la organización a la que prestamos nuestros servicios.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 7

Etapa de entrada.
Etapa de proceso.
Etapa de salida.
Validación.
Dígitos de comprobación.
Sistemas de suministro de información.
Analistas de sistemas.

Ejercicios

1. *Un sistema ordenador ejecuta tres procesos fundamentales. ¿Cuáles son?*
2. *Diseñar un formulario de pedidos para una compañía de venta de cosméticos por correspondencia.*
3. *¿Qué se entiende por suministro de información?*
4. *Citar al menos cuatro elementos que el encargado de un sistema de pasajes de avión necesita conocer antes de extender un billete a un cliente dado.*
5. *Suponga que trabaja en el departamento de administración de un hospital, y que éste pretende automatizar su sistema de regis-*

tro de historiales. Se le ha encargado que diseñe un formulario utilizado como registro de entrada de pacientes. Formar grupos de estudio y confeccionar una lista de los campos que podría contener tal registro.

6. *En el mismo hospital, el sistema computerizado permitirá al personal médico y sanitario interrogarlo para averiguar detalles relativos a un cliente dado. Discutir los posibles lugares de instalación de las unidades VDU.*
7. *¿Qué ventajas supone para los clientes el que una biblioteca esté conectada a otros centros locales similares?*
8. *En un sistema computerizado de pedido por correo:*
   a) *¿Qué tipo de errores podría cometer un cliente en un formulario de pedido?*
   b) *¿Qué tendría que hacer la compañía para rectificarlos?*
   c) *¿Qué tipo de errores se manifiestan en la validación de los datos introducidos por el cliente?*
   e) *¿Qué clase de archivos se manejarían en este sistema?*
9. *Discutir las ventajas e inconvenientes de la automatización de un paso a nivel.*
10. *Para una aplicación de lista de correos automatizada, diseñar un registro general con los campos siguientes:*

    Nombre, calle, ciudad, provincia, código postal.

    En grupos, discutir el número máximo de caracteres admisibles en cada campo (Sugerencia: tener en cuenta los posibles títulos en el campo de nombre y los nombres demasiado largos).

    Si la lista de correos se utiliza para enviar publicaciones al extranjero, ¿qué modificaciones necesitaría el registro original?

    ¿Cuál es el número máximo de caracteres que un registro necesita contener?

    ¿Cuántos de estos registros podrían conservarse en un archivo de cinta o disco con 90 Kbytes libres?

(*Nota:* K significa kilo, pero el significado de esta palabra no es el habitual, 1000, sino el kilo *binario*, $2^{10}=1024$. Por ejemplo, 60 Kbytes es

$$60 \times 1024 = 61\,440 \text{ bytes},$$

donde un byte corresponde a un carácter.)

8. SOFTWARE

Ya hemos visto que un conjunto de unidades de *hardware* de ordenador no basta para poseer un sistema funcional completo. También se necesita del elemento denominado *software* para que las unidades de *hardware* funcionen en armonía. El objetivo de este capítulo es describir la importancia y la necesidad del *software*.

Existen tres temas principales de estudio:

1. El *software* necesario para controlar el *hardware* (programas del sistema operativo).
2. El *software* que permite a un usuario utilizar el *hardware* del ordenador (también programas de sistema operativo).
3. Los programas que ejecutan una función útil para los usuarios de un sistema ordenador (programas de aplicación).

Control del hardware

En el capítulo 3 se ha estudiado ya la necesidad de que el *software* controle las actividades de los diversos elementos de *hardware*. El *software del sistema operativo* garantiza que las unidades de *hardware* funcionan correctamente, de modo que si se introducen datos por medio de un dispositivo de entrada, acabarán en la memoria central de la CPU y en ningún otro lugar. Si se solicita la carga de un programa a partir de un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco flexible o una unidad de cinta magnética, dicho programa será encontrado y colocado en la memoria de la CPU para su ejecución. También puede tratarse de un archivo de datos lo que desee transferirse a la memoria central para ser procesado.

Sin un sistema operativo que controle las unidades de *hardware*, el usuario no tendría medios suficientes para emplear el ordenador de forma útil.

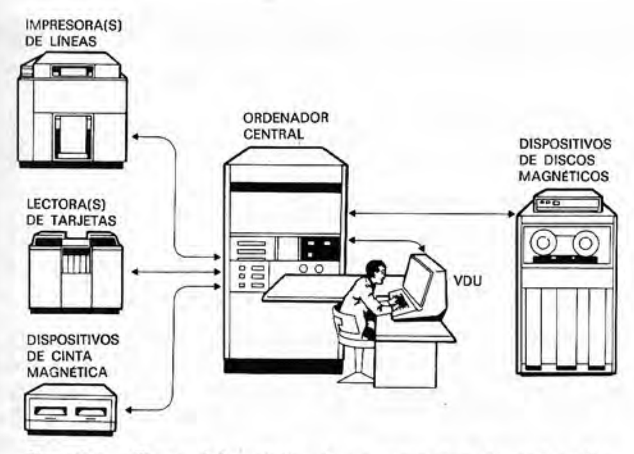


FIG. 8.1. Parte del trabajo de un operador de ordenador en un centro de cálculo es controlar el funcionamiento del mismo a través de la consola VDU.

Los programadores que redactan los programas del sistema operativo para controlar las unidades de *hardware* son especialistas, conocedores del *hardware* del ordenador. Se les suele conocer como *programadores de sistema,* y por lo general trabajan para la compañía que fabrica el *hardware.* Cuando se compra un ordenador, se adquieren simultáneamente los programas del sistema operativo.

Otras funciones del software del sistema operativo

Existen otras funciones que debe realizar el sistema operativo. En términos generales, se pueden resumir diciendo que son las necesarias para ayudar al usuario a trabajar con (comunicarse) el ordenador. Citaremos algunos ejemplos a modo de ilustración.

Traductor (compilador) de lenguaje

Se pueden escribir programas en una gran variedad de lenguajes de programación, de la misma forma que se puede escribir una novela en inglés, alemán, ruso, etc. Fortran, Basic, Snobol, Algol, Pascal, etc., son ejemplos de lenguajes de programación comúnmente utilizados. Algunos ordenadores, sobre todo los mayores, pueden ejecutar programas escritos en la mayoría, si no todos, de los lenguajes citados.

A veces sorprende a los principiantes que un ordenador determinado sólo entienda *un* lenguaje, que no corresponde a ninguno de los utilizados para escribir programas. Este lenguaje se concibió durante la fase de diseño y construcción del ordenador (por motivos cuyo estudio es más propio de un libro técnico que en el nuestro, orientado hacia el usuario).

Por consiguiente, un modelo dado de ordenador sólo puede entender, y por lo tanto ejecutar, aquellos programas escritos en el lenguaje para el que está diseñado, que recibe el nombre de *código de la máquina* o *lenguaje de la máquina,* y que aparece en el interior de la CPU en formato binario.

¿Qué sucede cuando se presentan al ordenador programas escritos en Basic, Fortran, etc.?

Si yo entiendo únicamente el español y alguien me habla en italiano, necesitaré que otra persona traduzca del italiano al español, en otras palabras, necesitaré un intérprete o traductor.

A los ordenadores les sucede exactamente igual. Un *traductor de lenguaje,* en terminología informática, se suele conocer como *compilador.* En la figura 8.2 se ilustran las etapas de utilización de un compilador.

Si alguien ha escrito un programa en Fortran, será necesario un compilador de Fortran para traducir el programa redactado en este lenguaje al código de la máquina, pero sólo podrá traducir programas en Fortran; análogamente, si se presentan al ordenador programas escritos en Basic o Algol se necesitarán los compiladores respectivos. Ésta es la razón de que el *software* sea tan caro, puesto que si se desea que el ordenador trabaje con cinco lenguajes diferentes, serán necesarios cinco programas compiladores. Cada fabricante ofrece una gama de traductores para su propia máquina.

A menudo, sólo los centros que utilizan grandes ordenadores se pueden permitir ofrecer a sus usuarios una gama amplia de lenguajes, mientras que las instalaciones menores suelen ofrecer únicamente dos o tres traductores distintos.

Diagnóstico. Mensajes de error

Una de las funciones de un traductor de lenguaje es verificar que el programa traducido ha sido correctamente escrito de acuerdo con las reglas del lenguaje de programación. Todo error encontrado se notifica al programador por medio de *mensajes de error* (diagnósticos), que ayudan al programador a identificar el tipo de error cometido y su ubicación en una instrucción concreta.

Un ordenador no puede ejecutar instrucciones que no com-

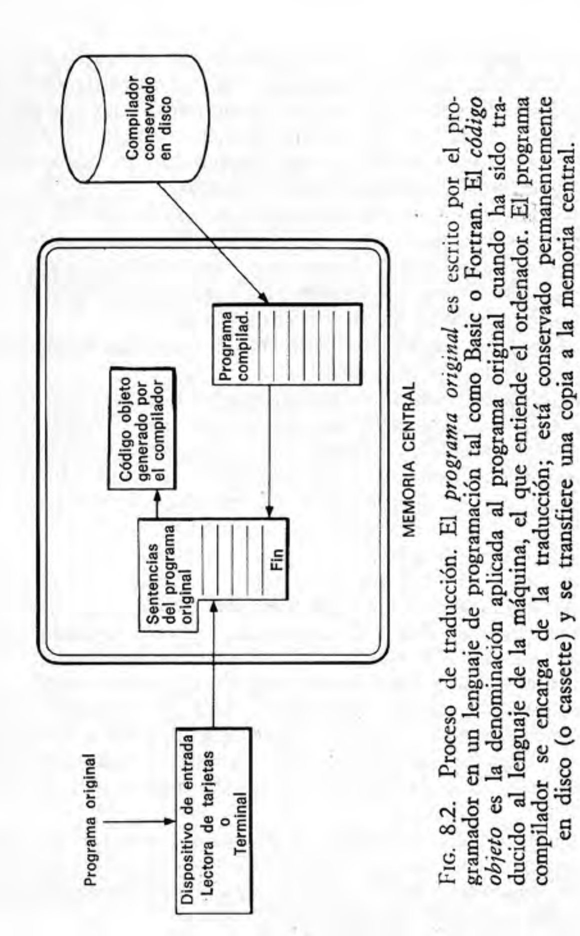


Fig. 8.2. Proceso de traducción. El *programa original* es escrito por el programador en un lenguaje de programación tal como Basic o Fortran. El *código objeto* es la denominación aplicada al programa original cuando ha sido traducido al lenguaje de la máquina, el que entiende el ordenador. El programa compilador se encarga de la traducción; está conservado permanentemente en disco (o cassette) y se transfiere una copia a la memoria central.

prende, de modo que cuando se le presenta un programa, éste debe pasar dos etapas. La primera es la de *traducción,* en la cual se convierte el programa a un formato que pueda entender el ordenador en cuestión, y la segunda la de *ejecución,* durante la cual el programa es ejecutado por la unidad de control del ordenador. Si el programador ha cometido errores de sintaxis o no ha observado las reglas del lenguaje empleado, las instrucciones incorrectas no podrán ser traducidas ni ejecutadas.

En este último caso, el programa debe ser corregido y vuelto a presentar al traductor. Cuando todas las instrucciones se han

redactado correctamente, el programa podrá ser ejecutado una vez convertido al código de la máquina. Esto no implica necesariamente que el programa vaya a funcionar correctamente, ni que los datos introducidos no estén equivocados, sino únicamente que las instrucciones introducidas están en un formato que puede convertirse a código de la máquina. Por consiguiente, podemos distinguir tres clases de error:

1. Errores de sintaxis en una instrucción de programa.
2. Errores del propio programa, que hacen que el ordenador realice alguna función no deseada, tal como sumar dos números en lugar de restarlos.
3. Errores en los datos con los que trabaja el programa, que producirán resultados incorrectos.



FIG. 8.3. Importancia de un programa editor de textos.

Editores de texto

Una de las funciones más importantes del *software* de un ordenador, cualquiera que sea su tamaño, es la *edición de textos,* que permite al usuario alterar y corregir la información suministrada al sistema. Sin esta posibilidad, el usuario no podría efectuar modificaciones en la información que transfiere al ordenador, puesto que una vez introducida, permanecería en el mismo estado. Sin embargo, ya hemos podido comprobar que las personas introducen información que luego desean modificar.

Si pensamos en ello, veremos que no existen sino tres operaciones básicas que los usuarios realizan con la información de un sistema ordenador (véase Fig. 8.3):

— Añadir nueva información.
— Suprimir cierta información.
— Alterar o modificar la información existente.

Sin un editor de textos, no sería posible alterar la información que aparece en una pantalla o la que está almacenada en una cinta o disco magnético, mientras que con esta facilidad, se tienen los medios suficientes para modificar inmediatamente después de su introducción cualquier carácter o grupo de caracteres. El editor de textos también permite al usuario modificar, borrar o añadir registros o texto ya grabado en dispositivos de almacenamiento magnético. Así pues, el editor de texto, que forma parte del sistema operativo, permite al usuario ejecutar todas las funciones de edición o composición requeridas normalmente por un mecanógrafo. Los operadores de equipos de proceso de palabras utilizan editores de texto muy complejos.

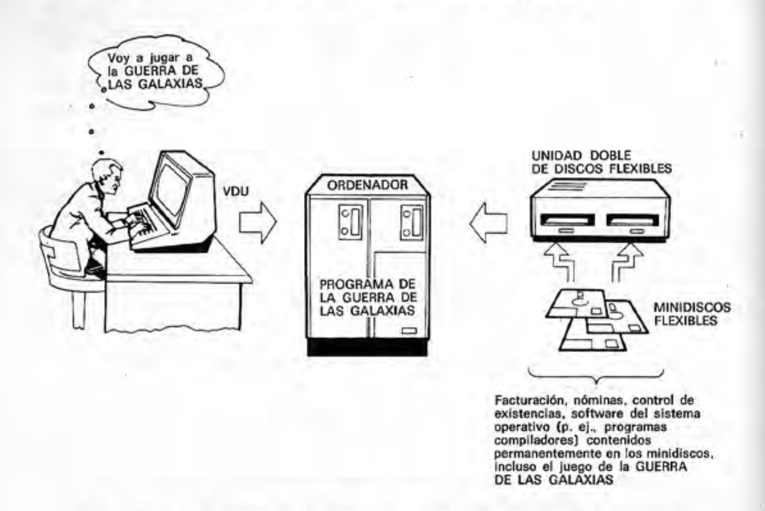


FIG. 8.4. Diversos paquetes de carácter comercial, así como juegos de ordenador, contenidos en minidiscos. Insertando el disco correspondiente, el usuario tiene acceso al paquete.

Comandos operativos

Para informar al editor de textos de la operación que deseamos realizar, se utilizan palabras sencillas conocidas habitualmente como *comandos*. Por ejemplo, para borrar una línea de

caracteres de la pantalla se puede utilizar el comando «delete» (borrar) o una abreviatura de la misma, tal como «d»; para insertar una nueva línea de texto, la palabra «insert» (o «i»). Incluso es posible utilizar un número asociado, como por ejemplo «i5» para indicar que se desean insertar cinco líneas de texto en un lugar determinado. «Change» (cambio) o «c» servirán, pues, para indicar la modificación de una línea o trozo de línea de texto.

Las palabras mencionadas en el párrafo anterior se conocen como comandos, y son así reconocidas por el programa editor de textos cuando las introduce el operador; este programa ejecutará a continuación la función indicada.

El mismo principio de utilización de palabras comando se aplica a la comunicación con el sistema operativo. Algunas de las operaciones más comunes, junto con el comando correspondiente, son las siguientes:

Comando	*Significado*
Dir(ectory)	Directorio: enumera todos los programas y archivos de datos contenidos en los dispositivos de almacenamiento magnético.
Era(se) fn	Borrar: borra o elimina el archivo citado del dispositivo de almacenamiento.
Load fn	Cargar: copia (carga) el archivo citado en la memoria central.
List fn	Listar: imprime una copia del archivo citado en la VDU o impresora. *Nota:* fn=*file name* (nombre de archivo).
Basic	Carga el traductor de Basic en la memoria central.

Utilizando estas palabras de mando el usuario puede indicar al sistema operativo lo que desea hacer. Se deduce que, antes de poder utilizar un ordenador, es necesario conocer los comandos, y en este punto es importante la *documentación,* para que los usuarios no familiarizados con un sistema dado puedan aprender rápida y fácilmente a utilizar los comandos más normales. Por desgracia, la documentación facilitada por los fabricantes de ordenadores a menudo es difícil de entender, y los profesores se ven frecuentemente en la necesidad de redactar de nuevo la documentación para sus alumnos.

Paquetes de aplicación

Conociendo ya la manera de utilizar el sistema ordenador, el usuario deseará hacer algo útil con él, lo que implica la necesidad de escribir programas para desempeñar tareas específicas, aunque en ocasiones, el usuario descubrirá que ya se ha escrito un programa para hacer precisamente lo que desea. Estos programas, que muchas veces suministra el fabricante, pueden ser de tipo comercial, por ejemplo de gestión de nóminas, facturación o control de existencias, o científica, tal como programas estadísticos o numéricos. Estos programas escritos de antemano junto con la documentación que explica la forma de utilizarlos se conocen como *paquetes*, y aunque suelen ser caros también ahorran tiempo, trabajo y dinero al adquisidor, al no tener que redactar el programa de aplicación (véase Fig. 8.4).

Un campo en el que estos paquetes poseen un inmenso potencial es en la enseñanza (véase Cap. 9), y decimos «potencial» porque, hoy día, existen muy pocos paquetes de aplicación escolar. Un problema actual es que la confección de paquetes y de la documentación adjunta puede llevar un tiempo increíblemente largo, entre varias semanas y varios años, y también exige un alto grado de competencia en programación.

Otro problema es que un paquete se escribe para un modelo particular de ordenador, y no es posible emplearlo con otro. Sin embargo, esto sucede cuando un programa puede ser ejecutado en modelos distintos; entonces se conoce como *programa portátil.*

Los ordenadores capaces de ejecutar el mismo programa se denominan compatibles. Aunque se está intentado que los ordenadores más comunes sean compatibles, pasarán varios años antes de que este sueño sea realidad.

Métodos de acceso a un sistema ordenador

Durante los últimos treinta años transcurridos aproximadamente desde la aparición de los ordenadores, se han desarrollado diversos métodos de acceso:

— Sistema de usuario único.
— Proceso de lotes.
— Tiempo compartido.
— Sistemas de tiempo real.

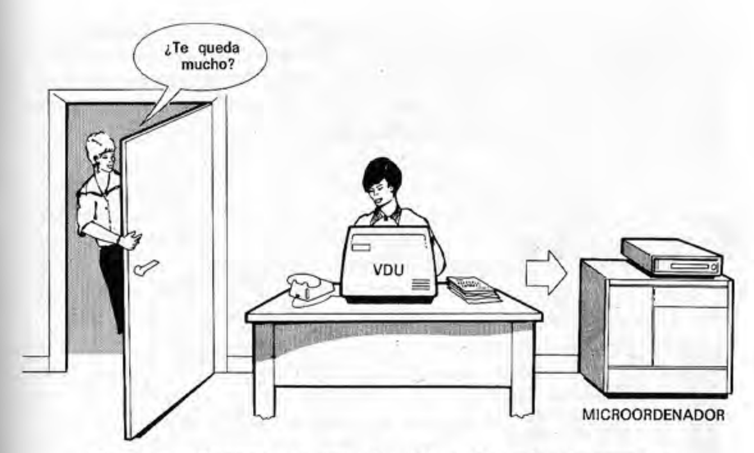


FIG. 8.5. Sistema de usuario único. Los demás usuarios tienen que esperar; ésta era la costumbre con los primeros ordenadores de la década de 1940.

Sistemas de un usuario

Hoy día, la mayoría de usuarios de microordenadores emplean este método. Cuando la máquina está libre, llega alguien y se pone a utilizarla, y cuando ha acabado la sesión, se desconectará la máquina hasta que otra persona desee utilizarla.

Ésta era la situación típica en los primeros días de los ordenadores. Sin embargo, al hacerse mayores y más caros, no era rentable que una sola persona «acaparase» la máquina; era, pues, necesario, idear algún medio para que un ordenador estuviese disponible para más usuarios. El primer intento fue el proceso de lotes.

Proceso de lotes

La idea del *proceso de lotes* era permitir a los usuarios dejar sus programas, normalmente contenidos en fichas perforadas o cintas de papel, en un lugar conveniente, para que en varios momentos, a lo largo del día, los programas que hubiese en dicho lugar los recogiese el operador y los procesase uno por uno, imprimiendo la salida por medio de una impresora de líneas. Una vez impresa la salida de un lote completo de programas, el operador la pasaría a una zona de recepción, donde los recepcionistas separarían la salida correspondiente a cada programa y se la entregarían al responsable.

Sorprendentemente, este método incrementó el número de programas procesados por una gran instalación en un 60 por 100, y es todavía un procedimiento habitual para procesar muchos programas elaborados por estudiantes en grandes instituciones educativas, tales como universidades.

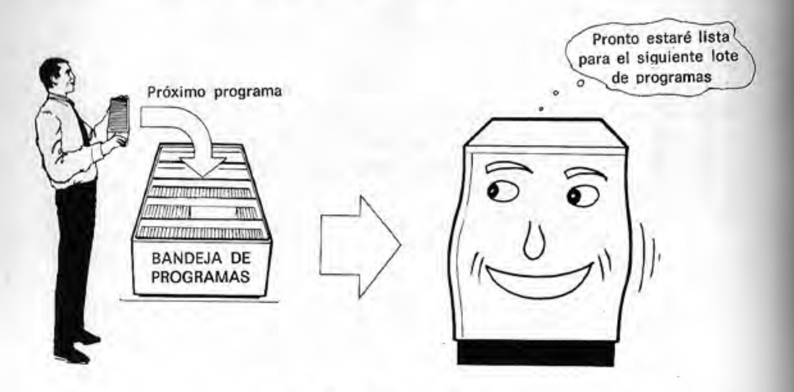


FIG. 8.6. Proceso de lotes.

Sin embargo, frecuentemente se produce un largo retraso desde que un programa entra en el lugar de recolección hasta que se recoge la salida, denominado *tiempo de respuesta,* y en muchas situaciones actuales, el usuario de un ordenador necesita los resultados en segundos, no en horas. Con la aparición de los terminales esto ha sido posible gracias a los sistemas de *tiempo compartido,* o de *acceso múltiple,* como se denominan en otras ocasiones.

Sistemas de tiempo compartido

Supongamos que en un edificio existen 30 terminales, todas ellas conectadas a un ordenador central, y supongamos también que en un instante dado están siendo utilizadas veinte de ellas (véase Fig. 8.7).

El *sistema operativo de tiempo compartido* posee una lista de los terminales que han entrado en comunicación con el sistema, y conoce el orden en que lo han hecho. El sistema permitirá al primero de ellos ejecutar un programa, concediéndole, como valor típico, un periodo de diez milisegundos (una centésima de segundo) durante el cual este programa puede ejecutar sus instrucciones.

Puede parecer poco tiempo, pero recordemos que es suficiente para la ejecución de muchas sentencias (aritméticas, de decisión, comparaciones y transferencias de datos). Una vez finalizado el periodo de tiempo, se concede otro similar al terminal siguiente; este tiempo se suele conocer como *división de tiempo,* y el sistema asignará uno de estos intervalos a cada terminal en estricto orden. Cuando el último usuario ha dispuesto de sus diez milisegundos, el sistema comienza de nuevo repitiendo el ciclo por completo. Si uno de los usuarios está «pensando» y no necesita, por consiguiente, el ordenador, el sistema pasará automáticamente al siguiente terminal de la lista.

La secuencia estricta se denomina *interrogación,* sondeando cada terminal y volviendo siempre al primero. En la práctica, muy pocos usuarios de los terminales necesitarán los servicios de la CPU durante los mismos dos o tres segundos. Durante el intervalo, si otro usuario comienza a trabajar en su terminal, pasando a ocupar el turno vigésimo primero, obtendrá el servicio según su situación en la lista de espera.

A partir de estudios realizados al respecto, se ha llegado a la

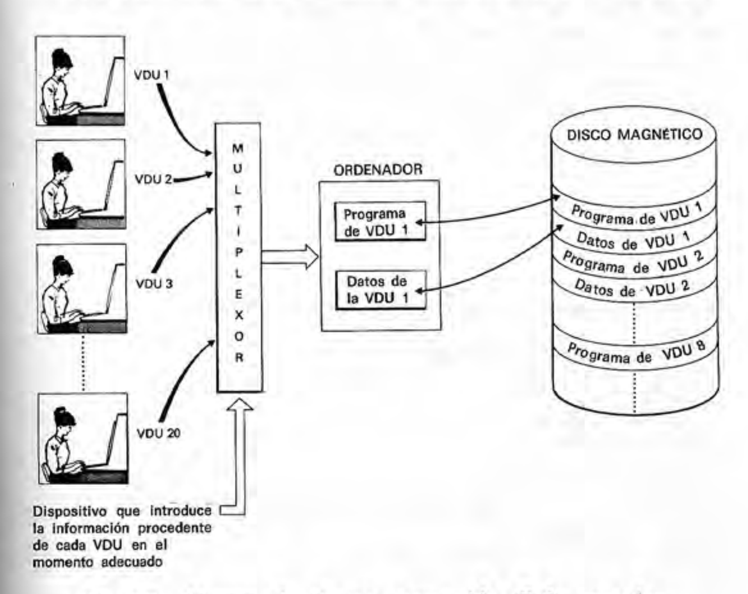


FIG. 8.7. Sistema de tiempo compartido. Cada operador de VDU dispone de 10 milisegundos de tiempos de ejecución. El programa y los datos se almacenan en el disco.

conclusión de que los usuarios pierden concentración si no obtienen respuesta del ordenador antes de 3-5 segundos, y por lo tanto, un buen sistema de tiempo compartido es aquel que puede atender a *todos* sus usuarios sin mayor demora.

Sistemas de tiempo real

El *sistema de tiempo real* se puede confundir fácilmente con el de tiempo compartido, puesto que ambos utilizan varias unidades VDU y funcionan según el mismo principio. Sin embargo, la diferencia entre ambos radica en la *aplicación,* no en el *hardware.*

Un sistema de tiempo real suele estar dedicado a una aplicación, por ejemplo, reserva de pasajes de avión, sistema de consulta de pacientes en un hospital, sistema de gestión de bibliotecas, etc. Los usuarios de sistemas de tiempo real no desean escribir programas ni modificar los ya existentes, sino que se interesan únicamente en obtener una respuesta a una pregunta dada dentro de cierto margen de tiempo. Si se tiene que verificar alguna actualización de registros, serán los programas del sistema los que lo hagan en lugar de los usuarios.

Algunos terminales empleados en aplicaciones de tiempo real son, a menudo, variantes de los teclados convencionales, y poseen teclas o botones especiales que permiten al usuario realizar su trabajo con mayor eficiencia, ya que están diseñados para la función particular que desempeñan.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 8

Software del sistema operativo.
Interfaz (comunicación).
Compilador.
Programador de sistemas.
Editor de textos.
Traductor de lenguaje.
Comandos.
Código de la máquina (lenguaje de la máquina).
Paquete de aplicación.
Sistema de usuario único.
Proceso de lotes.
Sistemas de tiempo compartido.
  División de tiempo.
  Tiempo de respuesta.

Sistema de interrogación.
Secuencia de espera.
Entrada y salida de comunicación.

Ejercicios

1. *Explicar en pocas palabras por qué un ordenador necesita sistema operativo.*
2. *¿Qué son traductores de lenguaje y por qué son necesarios?*
3. *Definir el término* código de la máquina.
4. *Explicar lo que es un editor de textos y su utilidad para los usuarios de ordenadores.*
5. *¿Qué es un paquete de aplicación?*
6. *¿Qué es un programa* portátil*?*
7. *¿Qué ventajas poseen los sistemas de tiempo compartido respecto a los de procesos de lotes?*
8. *¿Cuál es la función del sistema operativo de disco (cinta) respecto a un usuario que posee archivos almacenados en disco (cinta)?*

9. ORDENADORES UTILIZADOS EN LA ACTUALIDAD

Recordando que los ordenadores son fundamentalmente aparatos que manipulan o procesan información, además de veloces máquinas de calcular, pueden emplearse en toda aplicación que implique cálculo e información. Como se indicó en los capítulos 1 y 2, la información es el núcleo de todos los procedimientos comerciales, económicos, administrativos, de consulta, industriales, de control y de comunicación. Algunos de estos campos los estudiaremos en este capítulo, mientras que otros ya serán conocidos por el lector.

Organización de empresas

Ya hemos visto que todo negocio o empresa requiere grandes cantidades de información acerca de su actividad diaria. Antiguamente, esta información era procesada por personas, con diversos grados de éxito dependiendo de su competencia y habilidad.

Fue a final de la década de 1950 cuando la tecnología de ordenadores se encontró en situación de procesar grandes volúmenes de datos, debido a los dispositivos de almacenamiento magnético tales como las cintas y, más tarde, discos. Desde entonces, se han automatizado cada vez más actividades rutinarias comerciales y empresariales, y con la aparición del microordenador, ha sido posible que muchas pequeñas empresas consideren seriamente la posibilidad de computerizar sus actividades. Hoy día los ordenadores están al alcance de oficinas gubernamentales, investigadores, procuradores, médicos de cabecera, e incluso pequeños comercios, para aumentar la eficacia de su labor.

Entre las actividades involucradas en aplicaciones comerciales y empresariales podemos citar: facturación, control de existencias, gestión de pedidos, nóminas, evaluación de costes, etc., algunas de las cuales ya han sido estudiadas en capítulos precedentes. Comentaremos el control de existencias en dos situaciones distintas.

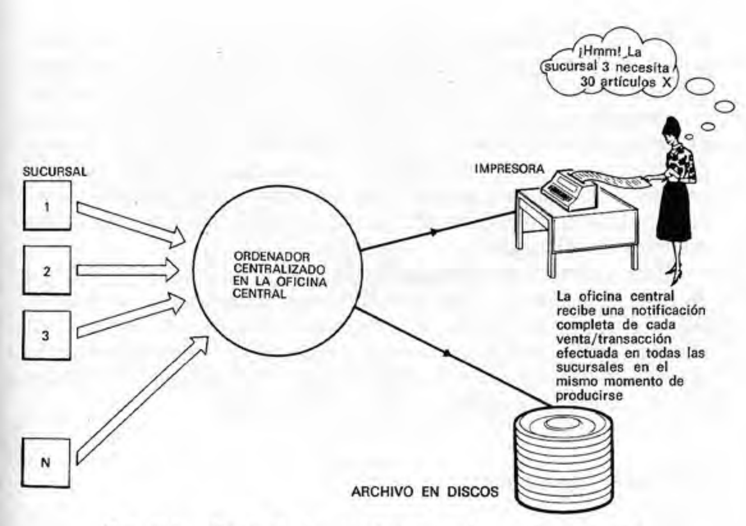


FIG. 9.1. Control de existencias; la automatización aumenta la eficacia.

Venta de muebles

Una gran cadena vendedora de mobiliario posee varias sucursales, todas conectadas a un ordenador situado en una oficina central cerca de Londres. Cuando un cliente desea adquirir determinado artículo, el personal de ventas inspeccionará sus existencias para verificar que lo poseen. Con el antiguo sistema manual, ello implicaba consultar a un encargado de almacén, mientras el cliente esperaba varios minutos la respuesta. Por el contrario, con un sistema automatizado, la respuesta llega a la VDU en una fracción de segundo, reduciendo la espera del cliente.

Si el artículo está disponible, el sistema deduce automáticamente una unidad del nivel de existencias y produce un documento completo de la transacción para el cliente, para el personal de almacén que debe extraer el artículo del mismo, para el personal administrativo de la sucursal, y para el ordenador de la central. Cuando el cliente ha llegado a la caja, el encargado correspondiente ya ha sido notificado de la venta y tiene la factura preparada.

Además, la central posee un registro actualizado al minuto de todas las transacciones que tienen lugar en las sucursales, con

lo que la administración puede realizar una cuenta totalmente actual de sus ventas en cada sucursal. Si una de las sucursales necesita suministros de un artículo, el sistema ordenador enviará un mensaje al almacén local para notificar que x artículos deben mandarse a la sucursal y. Antes de la introducción del sistema de ordenadores era imposible conocer los niveles diarios de existencias hasta que el personal de administración hubiera examinado manualmente todas las ventas del día y las existencias disponibles en almacén.

Este ejemplo de automatización ilustra la rapidez y eficacia de los ordenadores; todo el mundo sale beneficiado: el cliente, que obtiene lo que desea en el momento deseado; el personal de administración, porque gran parte del trabajo administrativo lo efectúa el ordenador, y la misma compañía, porque le permite vender su género cuando y como el cliente desea.

El mundo financiero

Sería desastroso para la economía en general que los ordenadores desapareciesen de repente. No sólo los bancos, compañías de seguros e instituciones de crédito quedarían sumidas en un caos económico, sino que éste afectaría también a todos los individuos.

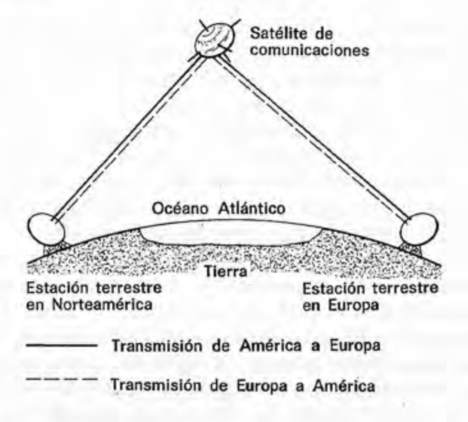


FIG. 9.2. Enlaces internacionales entre organizaciones (por ejemplo, bancos). La información se transmite a grandes velocidades por medio de enlaces de telecomunicación (por ejemplo, satélites).

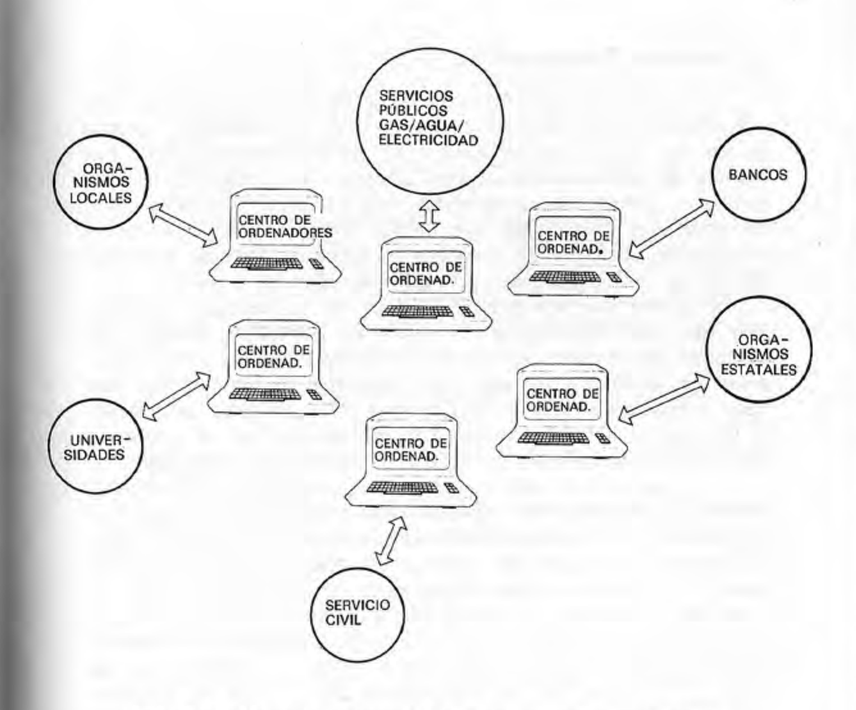


FIG. 9.3. Una gran diversidad de organizaciones cuentan con sistemas centralizados de ordenadores.

Pensemos un instante en ello. No se podrían pagar cheques, no se podrían cursar giros ni pagar pensiones de paro a las personas que viven de la segeuridad social, no se producirían nóminas en las empresas, ni podrían funcionar los comercios. Es un hecho que todas las naciones industrializadas dependen ya demasiado del ordenador para sus transacciones económicas diarias.

Así pues, los ordenadores se emplean, y son necesarios, en una gran cantidad de operaciones monetarias. Además de estar conectadas a la central las distintas sucursales de un banco, lo están entre sí los diferentes bancos para efectuar transacciones diariamente, e incluso existen enlaces internacionales para determinar las fluctuaciones diarias de los movimientos mundiales de dinero así como para proporcionar información actualizada del cambio de divisas y para facilitar a sus clientes un servicio rápido y eficaz.

Aplicaciones administrativas

Toda organización tiene una parte de trabajo administrativo, principalmente de carácter rutinario y de contabilidad, campos en los que el ordenador constituye un instrumento ideal. Las labores de índole administrativa afectan a las compañías empresariales y comerciales, pero también a las educativas tales como universidades y escuelas, que deben conservar registros de los estudiantes, servicio de comedor, control de fondos, mantenimiento de edificios, etc., todo ello actualizado.

El mantenimiento por sí solo ya es un asunto complejo. Hay que tener en cuenta el cambio de bombillas, limpieza de ventanas, reparaciones eléctricas y de estructuras, fontanería, etc., como en un hogar normal. Los hospitales tienen también que hacer frente a un gran trabajo de tipo administrativo en relación al personal y a los pacientes. Las bibliotecas han de conservar una relación actualizada de libros, préstamos, y otros registros.

Los organismos locales, entidades estatales, servicio civil, compañías de servicios públicos (gas, electricidad, agua), etc., tienen todos su parte de trabajo administrativo, en el que pueden utilizarse y se utilizan de hecho los ordenadores. Gracias a los microordenadores, muchos departamentos individuales de organizaciones mayores no tienen que depender de un ordenador central, sino que cuentan con el sistema propio para controlar y procesar su información. La consecuencia puede ser una mayor efectividad de los departamentos, a costa de adiestrar al personal en el empleo de ordenadores. Muchos organismos han aceptado el reto y se están desenvolviendo admirablemente bien, a la vez que incrementan su eficacia.

Sistemas de consulta

Existen muchas aplicaciones en las que un operador interroga al sistema ordenador para averiguar cierta información. Por ejemplo, la disponibilidad de una plaza en un vuelo determinado (sistemas de reserva de pasajes), de habitación en un hotel para una fecha particular, la existencia de cierto libro en una biblioteca, o los detalles relativos a un paciente ingresado en un hospital. Estas aplicaciones se conocen comúnmente como *sistemas de recuperación de información* o *sistemas de consulta.*

El objetivo de los mismos es proporcionar cierta información especificada en lugar de que un operador se dedique a escribir programas o actualizar archivos. En efecto, los *usuarios* de estos sistemas no tienen permitido escribir programas ni alterar la información almacenada en el sistema. Si los registros deben ser



FIG. 9.4. Información requerida por las agencias de viajes.

actualizados, será el propio *sistema* y no el usuario el encargado de hacerlo.

Los sistemas de consulta suelen funcionar en modo de *tiempo real* (Cap. 8), y a menudo, un sistema completo está dedicado a una aplicación particular.

Proceso de palabras

Para pasar nuestros pensamientos e ideas a formato de copia permanente, ya se trate de una carta o de un poema o novela, existen dos opciones: mecanografiar el original o escribirlo a mano. Estos últimos años hemos oído hablar de proceso auto-



FIG. 9.5. Una copia del archivo de texto *x* pasa a la memoria principal a partir del disco y aparece en la pantalla. Cualquier cambio introducido en esta copia sólo afecta a la que se halla en la memoria principal, sin modificar para nada el archivo original del disco; más tarde, el original puede ser sustituido por la versión modificada.

mático de palabras o sistemas de proceso de textos. ¿Qué tienen que ofrecer estos sistemas que no tengan los antiguos métodos manuales?

Antiguamente, como escritor, si tenía que escribir un capítulo de un libro de texto, utilizaba pluma y papel o una máquina de escribir, con la ventaja de parte de esta última de proporcionar un original más legible. Después de todo, mi letra podía ser tan mala que no pudiera leerla el editor o el compositor de texto. El problema principal de los métodos manuales aparece cuando se producen errores, o cuando al rellenar una página se decide modificarla. En el pasado, esto implicaba volver a mecanografiar (o escribir a mano) la página completa, una tarea que consumía mucho tiempo. Sin embargo, con un sistema de proceso de palabras, las correcciones, adiciones y borrados son labores extremadamente simples, una vez que se domina el manejo del sistema. En la figura 9.5 se ilustra el principio de funcionamiento.

El capítulo, carta, poema o lo que sea puede escribirse en el teclado y visualizarse en la pantalla de una VDU, corrigiendo los posibles errores con la ayuda de un *editor de textos*. A continuación, el texto corregido se puede transferir al dispositivo de almacenamiento.

Si en algún momento posterior se desea revisar la obra, se solicitará una copia del texto almacenado, la cual pasará a la memoria RAM, donde es posible introducir cualquier cambio deseado, a sabiendas de que el original permanece en el dispositivo de almacenamiento. Si se desea insertar una o más líneas en un párrafo determinado, borrar alguna línea de texto existente, o cambiar el orden de palabras de una frase, el editor de textos se encargará de reajustar el resto del texto de acuerdo con las modificaciones. Cuando el texto modificado es satisfactorio, se puede sustituir el anterior por éste en el dispositivo de almacenamiento.

Entonces, una impresora puede producir una copia impresa de esta nueva versión a mayor velocidad de lo que sería posible mecanografiándola o escribiéndola a mano. El sistema de proceso de palabras, pues, es similar a un mecanógrafo muy rápido y eficiente, capaz de introducir cambios si se le dicta a una velocidad razonable.

Otro ejemplo podría ser el caso de una secretaria que tiene que enviar veinte cartas idénticas, exceptuando el nombre y el domicilio. Si no se admiten fotocopias, no tendrá más remedio que escribir la misma carta veinte veces, mientras que con un procesador de palabras sólo necesitaría escribir la carta una vez y almacenarla en el sistema de archivo. Si además el procesador

de palabras tiene acceso a un archivo de lista de direcciones, se le podría indicar que imprimiese la misma carta utilizando los distintos nombres y direcciones de la lista de correos, con lo que la secretaria queda liberada de esta tarea repetitiva y puede dedicarse a otras labores.

Bancos de datos

Cuando nos fijamos en la utilidad de los ordenadores, vimos que una de las características principales era la capacidad de almacenar vastas cantidades de información de modo compacto, y de presentar cualquier parte de ella con gran rapidez. Denominaremos a estas grandes cantidades de información contenidas en los ordenadores *bancos de datos,* los cuales suelen contener información relacionada con una aplicación particular.

Como ejemplo, podemos citar la organización Arms, que se dedica a recoger información acerca de personas aquejadas de esclerosis múltiple.

En relación a cada paciente pueden almacenarse los siguientes detalles:

— dieta diaria;
— historial neurológico;
— ejercicio físico diario;
— historial viral y hematológico;
— detalles personales tales como edad, lugar de nacimiento, traslados geográficos recientes y pasados, estado civil, número de hijos, etc.

Todos estos detalles son de suma importancia para investigar las causas que producen esta misteriosa enfermedad. El registro manual de todos los detalles haría que los investigadores invirtiesen mucho tiempo y esfuerzo buscándolos, mientras que con el sistema propuesto de banco de datos, la investigación podría llevarse a cabo de manera mucho más eficiente y rápida.

Éste es el aspecto más importante de los bancos de datos, que tan sólo con pulsar unos cuantos botones se consigue la información requerida. Evidentemente, se deben tomar las debidas precauciones para garantizar que los detalles personales no están al alcance de personal no autorizado.

Aplicaciones industriales y de control

En el sector industrial, ya se han identificado al menos 20 000 aplicaciones en potencia procesables por ordenadores construidos en el reducido espacio de un microchip. Estos chips ya son utilizados en lavadoras, hornos de microondas, bombas de inyección de gasolina, control de máquinas herramientas, dispositivos detectores, etc. Consideremos algunos ejemplos.

Básculas

Las básculas dotadas de control microelectrónico son útiles tanto desde el punto de vista del cliente como desde el del vendedor, dado que la información es mucho más exacta que con las básculas tradicionales. Por ejemplo, si se desea adquirir un kilogramo de manzanas, es raro que el frutero pueda despacharlo exactamente, siempre se dará un peso ligeramente superior o inferior, y el cliente debe confiar en la honestidad del comerciante y en su habilidad aritmética para calcular el precio correcto.

Sin embargo, con las básculas electrónicas, el comerciante sólo tiene que teclear el precio de un kilogramo, colocar la mercancía en el platillo, y la máquina se ocupará de indicar el peso exacto y de calcular el precio, con lo que el cliente y vendedor ahorran tiempo, y disponen de información exacta.

Reconocimiento de figuras

Un dispositivo microelectrónico que identifique imágenes o figuras puede servir, por ejemplo, para reconocer firmas. La imitación de firmas ajenas ha sido el objetivo de muchos individuos deshonestos desde que se empezaron a utilizar. No es difícil imitar la firma de otra persona, pero lo que hace única cada firma es *la manera* de escribirla.

Son dos los factores importantes:

— El tiempo tardado en firmar.
— El método físico seguido para firmar.

Por ejemplo, el número de trazos ascendentes y descendentes, la rapidez con que se hacen, los puntos de las íes y las rayas de la t, etc. Inténtelo a ver qué ocurre. Lo que ya es más difícil, es imitar la forma de escribir de otra persona. Por consiguiente, el dispositivo no tiene en cuenta el aspecto final de la firma, sino la pauta de escritura. En la memoria del dispositivo, existe un modelo de la presión y velocidad empleadas por el autor de la

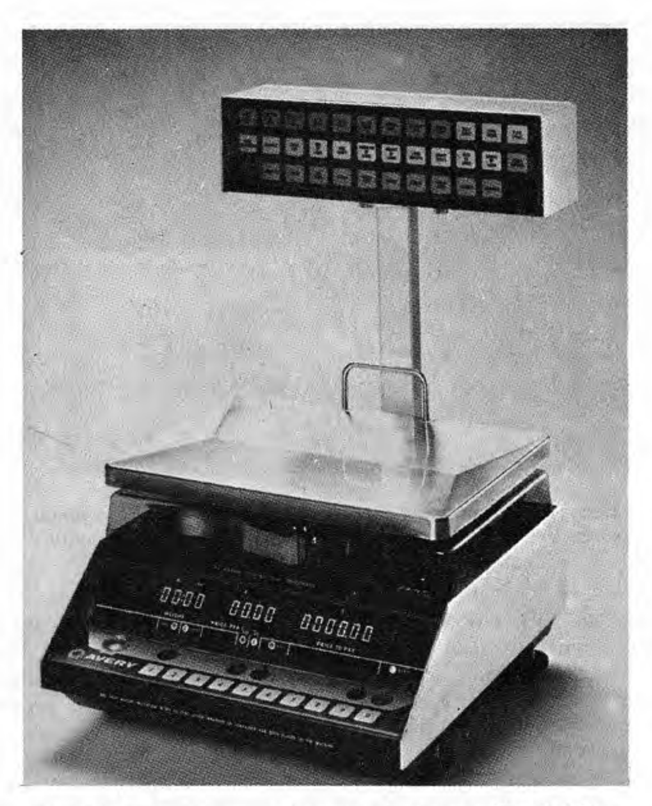


FIG. 9.6. Báscula con indicación de lectura digital. (Cortesía de W & T Avery Ltd.)

firma original. Cuando se efectúa otra firma, la compara con la versión original que conserva en su interior, y si coincide, la firma se da por válida.

Las ventajas de este procedimiento son la seguridad y fiabilidad que permite.

Control de productos

Una pequeña empresa con doce empleados instaló recientemente un microordenador para mejorar la eficiencia de su ingeniería de precisión. El producto en cuestión es una varilla me-



Fig. 9.7. Dispositivo de identificación de firmas, denominado Verisign. (Cortesía de National Physical Laboratory.)

tálica de 230 mm×6,35 mm con cabeza roscada (1,91 cm× ×0,48 cm), utilizada en algún otro proceso de fabricación. Con su antiguo sistema manual, un torno automático controlaba el corte de la rosca, y de vez en cuando se realizaba una prueba para comprobar si la máquina funcionaba correctamente, consistente en un control de calidad de 1 de cada 50 varillas para verificar si la rosca se atenía a las dimensiones estipuladas. Esto era una tarea que consumía mucho tiempo, y si además la máquina se desajustaba, aparte de tener que reajustarla, se había perdido tiempo fabricando artículos inútiles y se había desperdiciado un material costoso.

Se instaló un microordenador para realizar automáticamente este control midiendo cada una de las varillas producidas, señalizando con una alarma sonora el instante en que la máquina producía una varilla defectuosa.

Como resultado, los empleados pudieron concentrarse en su trabajo consiguiendo incrementar los niveles de producción (y en consecuencia, los sueldos), reducir al mínimo el material desperdiciado, y eliminar la necesidad de llevar a cabo comprobaciones manuales. El microordenador sirve también para reajustar automáticamente la calibración del torno, así como calcular la cantidad de varillas fabricadas.

Afinado de pianos

Afinar un piano es un difícil arte. Cada cuerda tiene que someterse a la tensión exacta para producir el tono correcto. En la figura 9.8 se representa el diagrama de operaciones de que consta esta aplicación. El programa contenido en el chip ROM comprueba cada cuerda, determina su tensión y la ajusta en caso necesario.

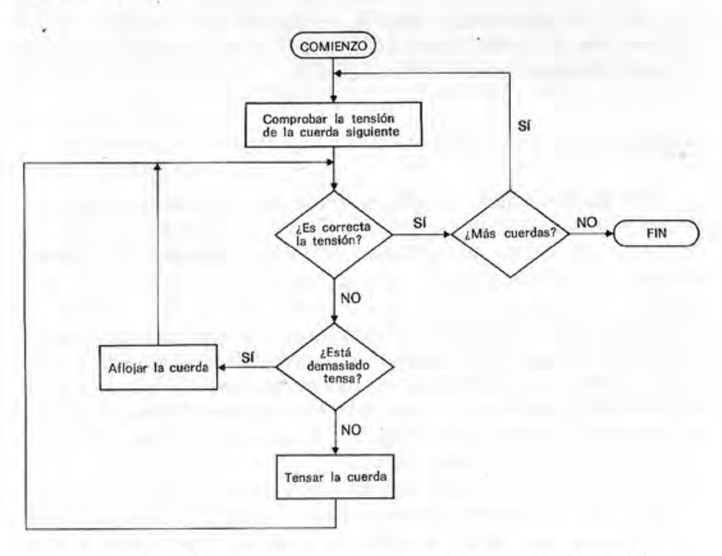


FIG. 9.8. Diagrama de operaciones del proceso de verificación en el afinado de un piano.

Control de un invernadero

La jardinería comercial que emplea grandes invernaderos puede beneficiarse de la utilización de un dispositivo microelectrónico para controlar las condiciones de plantas y cultivos.

Los factores que influyen en la temperatura interior de un invernadero son la humedad, velocidad del viento, cantidad de horas de sol y temperatura exterior. Diversos sensores conectados a los dispositivos de entrada del microordenador proporcionan toda esta información al programa de control, y la salida producida por el ordenador consiste en graduar la apertura de ventanas, aumentar la intensidad de los calefactores, y en general, mantener las condiciones ideales para las plantas.

Las ventajas de este sistema son: control constante las veinticuatro horas del día que ningún jardinero podría lograr, mantenimiento de las condiciones idóneas para el cultivo, mayores y mejores cosechas, ahorro de combustible, etc.

El programa de control en esta aplicación recibe los datos proporcionados por los sensores, datos que le indican al ordenador las condiciones ambientales exactas del invernadero (en conjunto o las imperantes en zonas diversas); el microordenador compara esta información con la definición que se le ha suministrado del que debe ser el ambiente, y si no coinciden, efectúa automáticamente los ajustes necesarios.

Robots

Cuando hablamos de robots tendemos a sufrir la influencia de los libros y películas de ciencia ficción, pensando en criaturas metálicas de forma parecida a un hombre, capaces de hablar, caminar y realizar muchas de las actividades típicamente humanas.

La realidad no es tan espectacular. Un ejemplo de «robot» es una lavadora automática, esté o no controlada por dispositivos microelectrónicos. Ejecuta el lavado de ropa añadiendo agua a la temperatura adecuada, removiendo la ropa para lavarla, aclarándola y escurriéndola (centrifugado). Pero el mundo de este robot está restringido al lavado de ropa.

Los robots que trabajan en otras aplicaciones, como por ejemplo, los de cadenas industriales de montaje (fabricación de automóviles, Fig. 9.9) o los cajeros automáticos en bancos, también tienen un mundo limitado, aquel en el que trabajan, mientras que el ser humano tiene multitud de mundos, unos agrada-

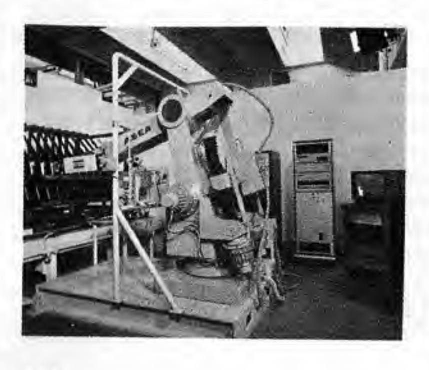


Fig. 9.9. Robot de Fiat.

bles, otros no tanto, y es ésta la diferencia crucial entre un robot y un ser humano. Un robot industrial ha sido creado para ejecutar un número limitado de tareas, todas ellas relacionadas con una actividad; el ser humano puede pasar de una actividad a otra y es mucho más hábil y versátil que el robot.

Llegará el día en que se pueda fabricar un robot de aplicaciones múltiples capaz de ejecutar varias tareas distintas, pero queda todavía mucho camino por recorrer hasta ese momento. En la actualidad, los robots se emplean en situaciones hostiles o peligrosas, tales como colocación de explosivos, minas, incendios, etcétera, aquellas en las que corre peligro la vida humana. Después de todo, un robot puede ser reemplazado, pero la vida de una persona no.

La elaboración de programas para robots es una labor inmensamente compleja.

Enseñanza asistida por ordenador

De todas las aplicaciones posibles de los ordenadores, la enseñanza asistida por ordenador (CAL - *Computer Aided Learning*) es una de las que promete mayores ventajas. Tanto la enseñanza primaria (5-11 años) como la secundaria (11-18 años) podría resultar considerablemente afectada en los próximos diez o veinte años. Los ordenadores se utilizarán para auxiliar y mejorar todo el proceso educativo.

No estamos hablando de sustituir los profesores por computadores, sino de poner al alcance de aquéllos un medio auxiliar que les libere de la necesidad de preparar repetidamente el mismo conjunto de lecciones o uno parecido, dejándoles tiempo libre para concentrarse en alumnos individualmente, dedicándoles clases personalizadas para afrontar problemas de estudio particulares. Esto no es posible en las condiciones actuales, caracterizadas por clases de muchos alumnos en las que el profesor se ve obligado a dedicarse más a proporcionar información que a los propios alumnos.

Si este aspecto de la enseñanza puede desempeñarlo correctamente un ordenador, quizás de forma mucho más amable, además de informar acerca de la respuesta de cada estudiante, el profesor dispondrá de una descripción de los puntos fuertes y débiles de cada alumno; entonces, el profesor dedicará su capacidad profesional a ayudar a los individuos con problemas especiales. Realmente, en esto consiste la labor de enseñanza: ayudar a los que tienen ciertos problemas y estimular a los demás a hacer mayores progresos.

La enseñanza asistida por ordenador es aplicable a la mayoría de las asignaturas comprendidas en el plan de estudios de un colegio, y puede desempeñar una amplia gama de funciones, como por ejemplo, hacer más interesante un tema además de enseñarlo. Pueden ayudar a memorizar detalles, a investigar ecuaciones, probar métodos alternativos de enseñanza en temas históricos, geográficos y sociales, imitar (simular) numerosos procesos naturales, industriales, empresariales, etc., etc.

Los paquetes de aplicación CAL son elaborados por organizaciones comerciales, por organismos patrocinados por el gobierno, instituciones educativas y por profesores y estudiantes.

Diseño asistido por ordenador

Los ordenadores pueden utilizarse como medio auxiliar de diseño de proyectos, productos (tales como automóviles y aviones) e incluso chips microordenadores. En este último caso, se trata de combinar muchos componentes electrónicos de modo que juntos ejecuten una función dada. El diseño tiene que ser comprobado meticulosamente para asegurarse de que cada componente individual está en el sitio correcto, modificando el diseño si no es así. Con sólo presionar un botón, se puede alterar cualquier elemento, y la repercusión en el diseño puede observarse inmediatamente después.

Si este trabajo se hiciese manualmente, se tardaría varios días, en lugar de unos pocos segundos de tiempo de ordenador, y lo mismo se aplica al diseño de productos tales como automóviles. La alteración manual de un diseño es un trabajo largo y costoso, implicando muchos delineantes y proyectistas y explicando el cambio con todo detalle. Si el diseño original está contenido en un ordenador, es la cosa más simple para el autor introducir nuevos datos que alteren el diseño, tal vez en una pequeña fracción de centímetro, y observar el efecto de esta modificación. Si se requiere una copia impresa del diseño, una impresora la producirá en cuestión de segundos (véase Fig. 4.21).

En particular, el diseño asistido por ordenador (CAD - *Computer Aided Design*) ha resultado un instrumento de suma utilidad en la elaboración de diseños tridimensionales, en los que la pantalla es capaz de crear un efecto muy realista. Puede ser en ocasiones muy difícil imaginarse el aspecto tridimensional de un dibujo realizado en dos dimensiones, y posiblemente sea muy caro construir una maqueta a pequeña escala.

La programación en el campo del diseño asistido por ordenador es una de las más difíciles.

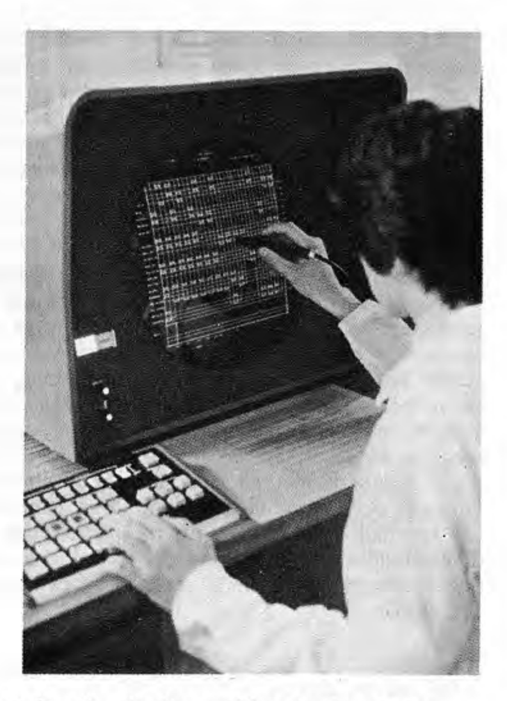


FIG. 9.10. Diseñador de circuitos utilizando la técnica CAD (diseño asistido por ordenador) en la creación y verificación de parte de un circuito lógico. (Cortesía de Toshiba.)

Simulación y construcción de modelos

Los modelos o maquetas son objetos familiares. No podemos tener un auténtico avión, ferrocarril o coche de carreras, pero podemos adquirir o construir nuestros propios modelos, con los que podemos volar, conducir un tren o un automóvil de competición. Abundan los juegos electrónicos con modelos de combates especiales o invasiones extraterrestres, y los modelos de la estructura molecular de ciertas sustancias ayudan a los estudiantes a estudiar su composición real.

Las maquetas se han venido utilizando durante muchos años, pero con el concurso de los ordenadores es posible estudiar el comportamiento de modelos mucho más complejos que los que se podrían construir.

El vocablo *simulación* se refiere a un método particular de emplear ordenadores para construir un modelo de alguna situación, o una representación de la realidad, con la finalidad de aprender, estudiar ideas o predecir el efecto de la introducción de modificaciones. Sin la técnica de la simulación, tendría que construirse una situación real, lo que en muchísimos casos lleva bastante tiempo, resulta demasiado caro o incluso peligroso, mientras que en un ordenador pueden construirse modelos y observar y analizar las consecuencias de cambios.

Los pilotos pueden aprender a «conducir» un avión por medio de un simulador de tal forma que los posibles errores de juicio que cometa no entrañan riesgo para su vida ni para ningún aparato, y el futuro piloto aprenderá de los errores. Si en un garaje se desean estudiar las consecuencias económicas provocadas por la instalación de un nuevo surtidor de gasolina o equipo de lavado de coches, o si en un supermercado se quiere estudiar el resultado de la introducción de más cajas registradoras, se puede recurrir a un modelo construido en un ordenador en lugar de realizar el experimento en la realidad. Sin embargo, los resultados obtenidos de un proceso de simulación vienen determinados por la calidad del modelo matemático empleado y por la exactitud de los datos sobre los que se basa la citada simulación.

Información digital

En la actualidad es posible, como ya habrá quedado claro, representar la mayoría de las formas de información en formato digital (es decir, binario). Una vez «digitalizada» la información puede suministrarse a un ordenador para que éste la procese.

Con la posibilidad de disponer de los servicios de un ordenador a un coste comparativamente reducido gracias a la tecnología de microordenadores, estamos siendo testigos de un considerable aumento de la utilización de ordenadores en casi todas las actividades de la sociedad.

Las cámaras digitales registran y transmiten acontecimientos a través de los enlaces de satélites de comunicación en el mismo momento en que se producen, eliminando todos los métodos tradicionales de procesado y revelado de películas y envío de imágenes a través de sistemas convencionales de transporte.

Los exploradores cerebrales y corporales («scanners») digitalizan la estructura del tejido humano y se puede detectar inmediatamente la presencia de tumores y otras anormalidades en una pantalla. Una vez más, ya no es necesario revelar la película

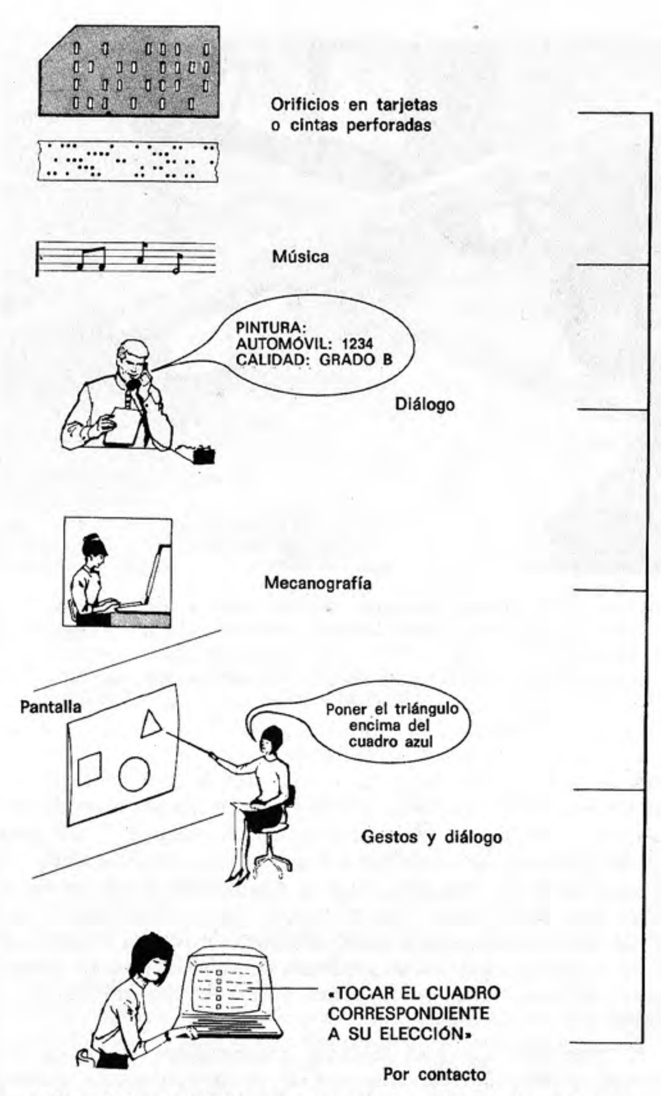


FIG. 9.11. Digitalización de información. Todos los métodos de entrada representados pueden ser digitalizados o transformados en combinaciones de dígitos binarios (unos y ceros).

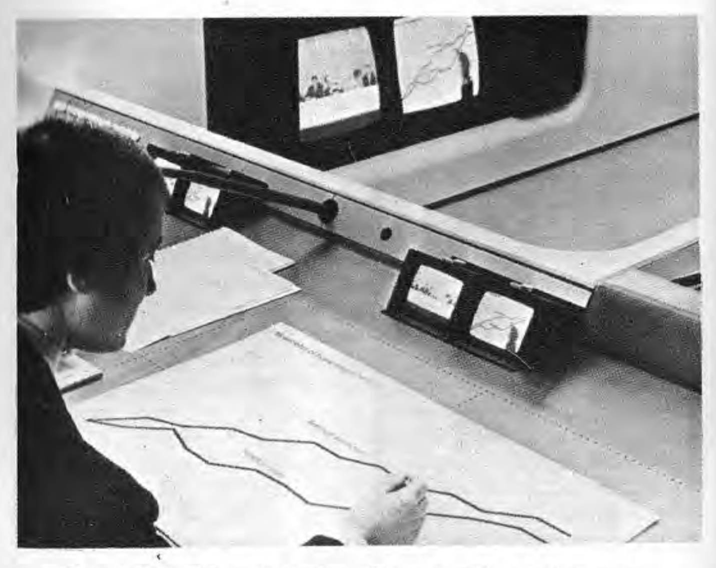


FIG. 9.12. Teleconferencias: Vemos aquí a varias personas, en dos localidades distintas, manteniendo una comunicación plena sin necesidad de contacto físico —véase pág. 157)—. (Cortesía de British Telecommunication, Confravision studio.)

antes de conocer los resultados, como sucede con la modalidad más tradicional de rayos X. Las imágenes del planeta se codifican en sistema binario y se transmiten en esta forma a la Tierra para que las observen los científicos, y de hecho todo el mundo en sus receptores de televisión. Se han digitalizado hasta las viejas grabaciones de Caruso, y en el proceso es posible eliminar los dígitos correspondientes al ruido sibilante de fondo, intensificar las notas agudas que no se percibían con claridad en las grabaciones antiguas, etc., dando como resultado una grabación de calidad sin precedentes.

El ordenador de gran tamaño, representante típico de los primeros veinte años de existencia de los computadores, desempeñó un papel muy importante en la sociedad, pero su repercusión no alcanzó a la mayoría de la población, ni irrumpió en todos los sectores de la sociedad, mientras que en la actualidad es imposible evitar los ordenadores aunque se desee, no sólo a

causa de la tecnología de microordenadores, sino a la combinación de microordenadores, telecomunicaciones y sistemas capaces de convertir a formato digital casi todas las modalidades de información.

En este capítulo nos hemos limitado a comentar una selección de aplicaciones generales y particulares de los ordenadores, pero existen miles de ellas.

Vocablos importantes aparecidos en el capítulo 9

Sistemas de recuperación de información.
Sistemas de consulta.
Sistemas industriales.
Sistemas de control.
Reconocimiento de figuras.
Robots (robótica).
Enseñanza asistida por ordenador (CAL).
Diseño asistido por ordenador (CAD).
Información digital.

Ejercicios

1. *¿De qué forma ayuda la automatización de ventas (transacciones) individuales al cliente y a la compañía?*
2. *Suponga que todos los ordenadores desaparecen de la noche a la mañana y comente el efecto en el mundo económico y en el individuo.*
3. *Averiguar el origen de la palabra* robot.
4. *¿Qué se entiende por robot?*
5. *Citar tres ejemplos de robot extraídos de su experiencia personal.*
6. *¿Cuáles son las ventajas de utilizar robots en las cadenas de montaje?*
7. *Discutir en grupos las ventajas (y posibles inconvenientes) de las balanzas automáticas, desde el punto de vista del cliente y del personal de ventas.*
8. *Comentar las posibles ventajas e inconvenientes de los paquetes de aplicación CAL (enseñanza asistida por ordenador) desde la perspectiva del profesor y desde la del alumno.*
9. *Una sociedad inmobiliaria local puede entregar hasta 50 000 pesetas si un cliente lo solicita, siempre que éste presente su libreta y firme un formulario de retirada de fondos. Sin embargo, ha llegado a oídos del director de una sucursal que se han producido una serie de robos en la localidad, entre ellos varias*

libretas. El director desea evitar el pago de fondos pertenecientes a clientes a delincuentes; sabe que Vd. ha estudiado informática en la escuela y desea saber de algún dispositivo capaz de impedir el uso fraudulento de las cuentas, posiblemente comparando la firma del cliente con un modelo de la misma antes de efectuar cualquier abono. ¿Qué consejo podría ofrecerle?

10. *Con objeto de mantener su competitividad en el mercado, es frecuente que las compañías se vean obligadas a modificar las características de diseño de sus productos en el menor tiempo posible. En el caso de una empresa fabricante de galletas, el tiempo necesario para crear un nuevo diseño, construir un molde patrón y los moldes utilizados en la fabricación del nuevo tipo de galletas era del orden de unos tres meses con los métodos tradicionales de diseño. Recurriendo al diseño asistido por ordenador, este tiempo se puede reducir a tres semanas.*

    a) *Seleccionar al menos cinco tipos distintos de galletas y estudiar su diseño.*
    b) *Antiguamente, el diseño lo realizaba un equipo de delineantes, y el molde patrón lo construía un hábil artesano trabajando con latón, a partir del cual se fabricaban los moldes de fabricación. Estudiar de qué manera los mismos delineantes pueden elaborar un nuevo diseño empleando varios días en lugar de varias semanas utilizando técnicas de CAD.*
    c) *Discutir las ventajas que supone este método más rápido de cara al personal y a los clientes.*

11. *Suponga que está empleado en la oficina de administración de una agencia inmobiliaria, que normalmente utiliza un sistema manual para sus gestiones diarias. La compañía se dedica preferentemente a propiedades domésticas, en lugar de locales comerciales o de oficinas. El socio mayoritario ha decidido automatizar la oficina.*

    a) *¿Qué tipo de ordenador supone que adquirirá la compañía y por qué motivos?*
    b) *Sugerir los elementos de* hardware *que esperaría encontrar en la instalación.*
    c) *Fórmense equipos con los compañeros. Un equipo será responsable de encontrar clientes que desean* vender *su propiedad, y otro grupo se dedica a buscar posibles* compradores *de propiedad. Para cada grupo, diseñar un formulario que recoja todos los puntos necesarios. (Diríjase a alguna oficina inmobiliaria local y pida que le enseñen los formularios típicos que se presentan a los posibles compradores. Tenga presente que una propiedad puede ser un piso, una casa independiente, una casita adosada o un chalet.)*
    d) *Se reunirán los dos grupos para comentar los campos comunes a compradores y vendedores de propiedades, y la manera de relacionar los archivos.*
    e) *¿Cómo procedería para reducir al mínimo la introducción de*

datos inválidos? ¿Qué precauciones habría que tomar para asegurar que los detalles son correctos?

12. *Examinar la biblioteca del colegio (o la pastelería) para averiguar si está automatizada.*
    a) *En caso negativo, discutir en grupo las ventajas (si existen) que supondría la automatización de la biblioteca (pastelería).*
    b) *¿Cuál sería el* hardware *y el* software *necesarios para la automatización?*
    c) *Estudiar el trabajo necesario y cómo se emprendería la automatización de la biblioteca (pastelería).*
    d) *Si ya está automatizada, examinar cómo funciona el sistema, sugerir posibles mejoras o indicar si se considera satisfactorio.*

10. REPERCUSIONES SOCIALES

Un mundo que evoluciona

Algunos de los cambios producidos como consecuencia de la microelectrónica podrían ser responsables de que el mundo de dentro de veinte años se asemejase a las descripciones de las novelas de ciencia ficción. En este mismo momento podemos preguntarnos cómo nos las arreglaríamos sin la microelectrónica, al igual que nos podríamos preguntar cómo podría funcionar la sociedad del pasado sin la electricidad. Algunos de los progresos más recientes se estudiarán en este capítulo, todos ellos en sectores vitales de la sociedad, y capaces de alterar radicalmente los procedimientos habituales.

Una sociedad sin dinero

Imaginemos una sociedad en la que todas las compras diarias se realizasen sin utilizar dinero en su sentido más tradicional, es decir, trozos de papel o de metal. Esto no es tan inverosímil como pudiera parecer a primera vista. De hecho ya existen teléfonos públicos que funcionan sin monedas; todo lo que se necesita es una tarjeta que contiene cierto número de unidades, y un dispositivo electrónico incorporado al teléfono deduce las unidades correspondientes cada vez que se hace uso del teléfono. Con el tiempo, todas las tiendas, bares, grandes almacenes y transportes públicos podrían contar con dispositivos similares de pago. Las ventajas de este sistema son varias; en primer lugar, el personal de la compañía no tendrá que perder tiempo recogiendo las monedas acumuladas en la caja, no tendría que preparar el aparato al comienzo de cada día, ni contar el dinero recogido al final del día, ni tener que transportar el dinero al banco (con el riesgo de sufrir un atraco), tampoco tendría que preocuparse el cambio o de la cuenta del día. El dispositivo en cuestión mantendría una cuenta totalmente actualizada en el



FIG. 10.1. Teléfono público que no emplea monedas.

momento de cada transacción y entregaría una copia permanente para estudio de la dirección administrativa.

Los hombres de negocios que vuelan por todo el mundo en la actualidad, alojándose en hoteles de los diversos países que visitan, apenas necesitan cambiar moneda; en lugar de ello utilizan preferiblemente tarjetas de crédito.

La idea de una sociedad sin dinero en efectivo no es extraña, considerando que la tecnología necesaria existe ya. Su implantación depende de la rapidez con que las personas y organizaciones adopten este nuevo planteamiento.

Correo electrónico

El proceso habitual de enviar una carta a alguna empresa con la que se mantienen relaciones comerciales es bastante tedioso. En efecto, si pensamos en los pasos de que consta:

— se dicta la carta a una secretaria;
— la carta es mecanografiada por la secretaria o departamento de mecanografía;
— pasa al portafirmas para ser revisada y firmada por el director;
— pasa a la carpeta de salidas;

— la recoge el personal del departamento de correspondencia de la compañía;
— se franquea y se deposita en el buzón;
— Correos la recoge del buzón y la clasifica;
— se introduce en un saco de Correos;
— se lleva a la estación de transporte;
— pasa al furgón de Correos;
— la recoge el personal de Correos de la localidad de destino y la lleva a la oficina clasificadora;
— se clasifica en la casilla correspondiente;
— se lleva a la compañía;
— la abre la secretaria y la coloca en la carpeta del director;
— al fin, la lee el director.

Todo este procedimiento puede durar dos o tres días, tal vez una semana, especialmente si hay problemas con los trenes. Si la misiva requiere respuesta, tendrá que repetirse todo el proceso; sin embargo, ya existe la tecnología que permite intercambiar un mensaje y su correspondiente respuesta en horas o minutos por medios electrónicos, basado en las posibilidades de los ordenadores y de las telecomunicaciones (transferencia de información por medios electrónicos, tales como la red de teléfonos públicos, satélites de telecomunicación, etc.).

Siempre podemos coger el teléfono para llamar a alguien, pero sucede a menudo que no es fácil encontrar a la persona buscada en el otro extremo de la línea, en cuyo caso habrá que llamar más tarde. Incluso después de mantenido un contacto telefónico, suele ser necesario confirmarlo por escrito en la mayoría de las actividades oficiales y empresariales, confirmación que implica todo el procedimiento descrito anteriormente.

El correo electrónico es un sistema mucho más rápido y eficaz para transferir información a otras personas. Nadie está obligado a adoptar este método, simplemente acabará imponiéndose porque es infinitamente más fiable y eficaz.

Almacenamiento y reenvío

Un método de comunicación lo constituye el proceso de *almacenamiento y reenvío*. Cuando un ejecutivo desea concertar una reunión con ciertos miembros del personal que están en el mismo edificio existen dos posibilidades; o su secretaria elabora una comunicación interna para cada uno y aguarda una respuesta, o les avisa por teléfono. Cualquiera de los dos métodos lleva tiempo, pero si la compañía dispone de un sistema electrónico, por

ejemplo, una serie de unidades VDU en cada oficina conectadas a un microordenador, el director podrá teclear (y con el tiempo dictar) lo siguiente: «Reunión el viernes a las 9,30 en mi despacho». Pulsando un botón aparecerán en pantalla los rostros (o nombbres) de todo el personal que deberá asistir a la reunión. El sistema sabrá entonces que el mensaje debe ser transmitido a la VDU de cada persona «pulsada».

Cuando un empleado vuelve a su despacho, activará su VDU para ver los mensajes que le han llegado durante su ausencia; cada uno puede leerlos y contestar al que lo envió solicitando en la pantalla una relación del personal y «marcando» a quien corresponda.

Los mensajes urgentes podrían resaltarse haciendo que la pantalla parpadease, e incluso sería posible disponer de un sistema que activase la pantalla cuando el ocupante del despacho abre la puerta, visualizando automáticamente o representando de forma oral los mensajes por medio de un sistema de síntesis de voz.

Un sistema similar podría utilizarse para poner en contacto oficinas diferentes a través de las redes de telecomunicación. A su debido tiempo, estos sistemas aparecerán en el mercado doméstico listos para ser utilizados cotidianamente (exactamente lo que sucedió con el teléfono).

Nótese cómo se emplean los métodos normales de comunicación mutua por medio de la voz, expresión y contacto en estos nuevos sistemas.

La conveniencia y eficacia son los motivos que aconsejan la puesta en práctica de estos sistemas. Ya disponemos de la tecnología necesaria, y tan pronto como sea rentable desde el punto de vista económico, se implantarán muy rápidamente. De aquí a una o dos décadas, contemplaremos los métodos actuales de comunicación preguntándonos cómo fue posible que se tardase tanto en cambiar, de manera muy parecida a como muchas personas contemplan retrospectivamente la introducción del teléfono preguntándose cómo sería posible arreglárselas antes.

Teleconferencias

Muchos profesionales asisten a conferencias de uno u otro tipo, y en general, ello implica viajar al extranjero o a otras partes del país, faltando a su trabajo durante varios días. Las teleconferencias pueden reducir este tiempo haciendo posible que los asistentes vean, escuchen e intervengan en los debates a través de su propia VDU de teleconferencias situada en el despacho o en casa. Ya hemos visto emisiones de televisión en las que aparecen en directo acontecimientos que están teniendo lugar en ese mis-

mo instante en Estados Unidos, Australia, etc. Las teleconferencias no son sino una variante más personalizada del mismo sistema. Los satélites podrán transferir los debates a cada miembro allí donde se encuentre en cuestión de segundos.

Una carencia de que adolece el sistema de teleconferencias es el aspecto humano de la discusión «cara a cara» que tiene lugar fuera del horario estricto de la conferencia, a menudo ante la barra de un bar. Este aspecto netamente social (igual que los contactos sociales que establecen los niños en la escuela durante las interrupciones entre clases) es una parte muy importante de la vida humana, que posiblemente no desee perder la sociedad. Sin embargo, hay muchas conferencias, tales como las reuniones comerciales semanales o mensuales, que podrían beneficiarse del sistema, al desaparecer la necesidad de que los miembros viniesen de varios lugares a reunirse en una central, perdiendo tiempo en transportes, y quizá un día entero de trabajo. El aspecto social se podría incluir una o dos veces al año celebrando conferencias tradicionales.

Sistemas similares ya se han instalado en los Estados Unidos. Al personal de una compañía se le da a escoger entre un coche de la compañía y una terminal doméstica, y los que se deciden por la segunda opción celebran conferencias diarias a través de los terminales interconectados, con lo que se elimina el tiempo necesario para viajar, así como el invertido en ir de una oficina a otra. La oficina típica de la actualidad se caracteriza por las constantes interrupciones, mientras que la oficina del mañana será un *sistema* fácilmente accesible en cualquier momento y lugar.

Redes de telecomunicación

Hemos visto ya que una de las ocupaciones principales de los seres humanos, tanto en su vida familiar como profesional consiste en reunir y comunicar información.

Lo importante es que la información en la cual basamos nuestras decisiones sea exacta y actual, y que esté disponible cuando la necesitemos. El ordenador puede *procesar* información muy rápidamente y proporcionarnos los resultados, y por su parte, las telecomunicaciones vía satélite y líneas telefónicas se encargan de *comunicar* dicha información. La asociación de estas dos tecnologías está llamada a cambiar radicalmente la organización de la sociedad.

En la actualidad existen ya redes de comunicación en países tales como Japón, Gran Bretaña, Estados Unidos, y en varios de Europa. Las organizaciones de gran envergadura —universidades y compañías financieras— y después las organizaciones pe-

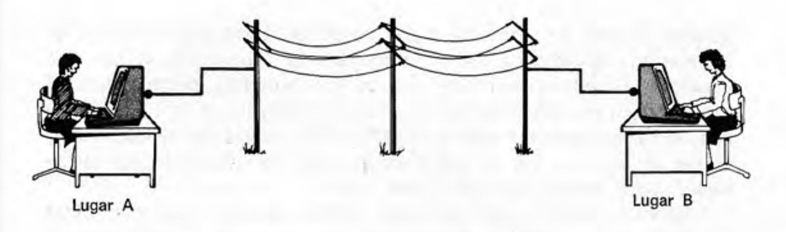
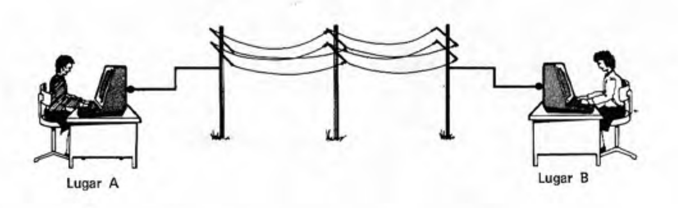


FIG. 10.2. La persona situada en el lugar A envía un mensaje a B a través de la línea telefónica; si el operador de B no está en ese momento, el mensaje queda almacenado en el sistema ordenador para cuando regrese.



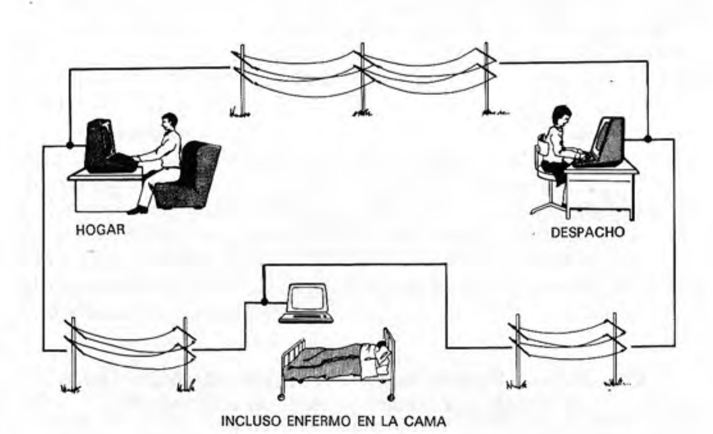


FIG. 10.3. La comunicación entre el personal de una oficina puede tener lugar independientemente de condiciones climáticas, problemas de transporte o enfermedades.

queñas poseen los medios, o los poseerán, para intercambiar información electrónicamente, análogamente a la forma en que funciona el sistema nervioso del cuerpo humano, permitiendo el intercambio de información entre uno y otro miembro. Por ejemplo, si deseo levantar una taza, el cerebro envía las señales necesarias al brazo y los dedos, indicándoles los movimientos necesarios para llevar la taza a los labios.

Con el tiempo, las naciones estarán unidas unas con otras a través de satélites, de forma que exista una red de comunicación de alcance mundial. Las telecomunicaciones a tan gran escala

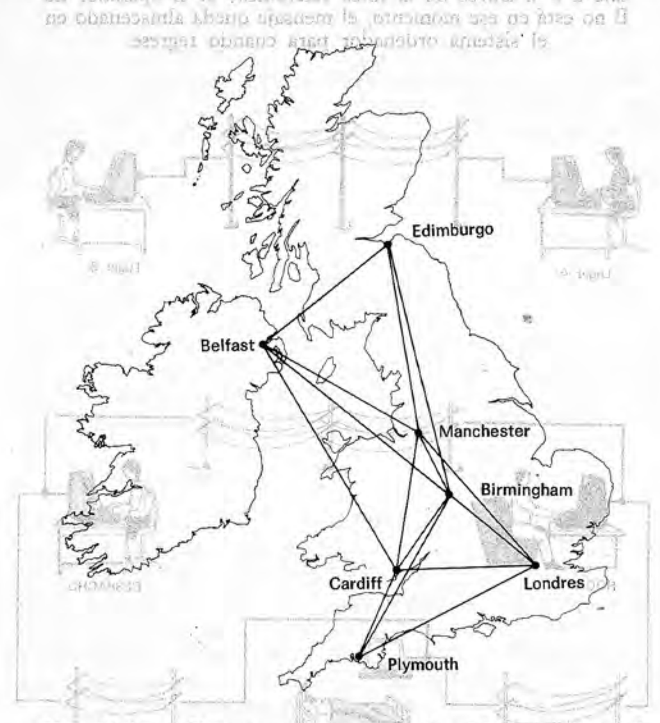


FIG. 10.4*a*. «Sistema nervioso central» del Reino Unido establecido por medio de redes de ordenadores.

dotarán al mundo de un sistema nervioso. En la actualidad han comenzado a instalarse enlaces parciales entre los continentes, de forma que cuando estén completos, un investigador de Tokio,

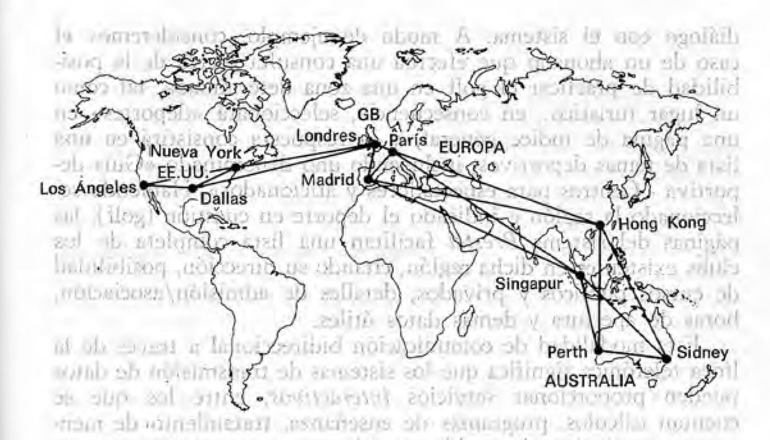


FIG. 10.4*b*. Sistema mundial de red de ordenadores a través de satélites de comunicaciones que intercambia información entre continentes. (*Nota:* Los dos sistemas mostrados son únicamente *indicaciones* del tipo de sistema que existirá.)

pongamos por caso, que necesite un documento raro conservado en una biblioteca de Gran Bretaña, podrá tenerlo a la vista en unos pocos minutos en lugar de las varias semanas que necesitaría si recurriese al sistema postal internacional. No obstante, para que esto sea posible es necesario que la información se halle contenida en bancos de datos.

Los sistemas *Prestel, Ceefax* y *Oracle* son ejemplos de este tipo de servicio a nivel nacional. La información relativa a recetas de cocina, deportes, viajes, economía, etc., está conservada en un banco de datos, al cual pueden tener acceso los individuos utilizando unidades especiales. Se tardará bastante tiempo hasta que funcionen a escala internacional, pero sirven de indicación de lo que puede ocurrir en el futuro. En realidad no son sino revistas o periódicos electrónicos.

Sistemas de presentación visual de datos

Los sistemas *Ceefax* y *Oracle* son básicamente medios unidireccionales de comunicación, entendiendo por ello que se selecciona la información requerida y se transmite al usuario. Por su parte, el sistema de teletexto de la Oficina de Correos, *Prestel,* es bidireccional, puesto que los usuarios pueden mantener un

diálogo con el sistema. A modo de ejemplo, consideremos el caso de un abonado que efectúa una consulta acerca de la posibilidad de practicar el golf en una zona determinada, tal como un lugar turístico; en consecuencia, seleccionará «deportes» en una página de índice general, y la respuesta consistirá en una lista de temas deportivos, incluyendo uno denominado «Guía deportiva - Centros para espectadores y aficionados». Habiendo seleccionado la región e indicado el deporte en cuestión (golf), las páginas del sistema *Prestel* facilitan una lista completa de los clubs existentes en dicha región, citando su dirección, posibilidad de cursos públicos y privados, detalles de admisión/asociación, horas de apertura y demás datos útiles.

Esta modalidad de comunicación bidireccional a través de la línea telefónica significa que los sistemas de transmisión de datos pueden proporcionar servicios *interactivos,* entre los que se cuentan cálculos, programas de enseñanza, tratamiento de mensajes y resolución de problemas tales como asesoramiento para cumplimentar declaraciones de renta. La interacción es bastante sencilla, implicando sólo respuestas afirmativas o negativas que conducen a la conclusión deseada.

La información que integra la memoria centralizada del sistema es proporcionada por entidades independientes, aunque ello supone cierto precio. Los abonados tienen entonces acceso a esta información, que puede consistir en datos generales, de tipo económico, noticias e informes meteorológicos, ofertas de empleo, vacaciones, venta de automóviles y viviendas, servicios comunitarios, intercambio de bienes y servicios, etc.

Perfeccionamiento de los dispositivos de entrada/salida

Charles Babbage pretendía emplear tarjetas perforadas para introducir información en su computador (la Máquina Analítica) en 1833, y es un hecho que los sistemas basados en las perforaciones han sido los predominantes durante varias décadas, alcanzando aún en la actualidad una notable proporción de los medios de entrada. La entrada a través de teclado se ha hecho bastante popular últimamente, pero sufre la limitación impuesta por la habilidad mecanográfica del usuario, además de ser una forma poco natural de comunicación.

El ser humano está dotado de cinco sentidos: tacto, vista, olfato, oído y palabra, los cuales son utilizados en las comunicaciones naturales entre las personas. Consideremos el caso de un empleado que clasifica reses en un matadero, utilizando la vista, tacto y voz, e incluso el olfato, puesto que la carne en buen estado tiene un olor diferente de la que no está en buenas

condiciones. El paladar entra en juego cuando comemos la carne para almorzar.

Cuando los progresos en el campo de reconocimiento de diálogo, visión y tacto hagan económicamente rentables los dispositivos que los utilizan y se puedan emplear con generalidad en los sistemas ordenadores, los usuarios podrán entablar con los mismos una comunicación más natural, así como a la inversa.

Secreto de la información personal

La transferencia de información relativa a investigaciones por medio de redes de ordenadores concebidas para ayudar a los individuos a incrementar más rápidamente sus conocimientos es una gran ventaja. Sin embargo, la mayoría de nosotros nos sentimos afectados cuando la información está relacionada con aspectos personales que nos atañen. Actualmente se almacenan grandes cantidades de información, y parte de ella relacionada con individuos está contenida en muchos archivos independientes. Si esta tendencia continúa, no está lejos el día en que se puedan reunir muchos datos acerca de una persona.

Sería una tarea bastante sencilla conectar varios sistemas ordenadores de forma que se consiguiese un registro muy completo del historial de una persona. Con la utilización de medios de identificación universales —que asignan a cada persona un número único para su uso en formularios y registros— como sucede ya en la actualidad en varios países europeos, la mencionada correlación es un juego de niños para los ordenadores. ¿Es esto deseable? ¿Se debe permitir a la gente saber qué información se conserva de ellos en los archivos? ¿Se debe permitir comprobar los detalles e informar de los errores hallados? ¿Quién sería el responsable de autorizar la consulta de los archivos personales? ¿Cómo puede saber el individuo quién tiene acceso a sus registros? ¿Cómo puede estar seguro de que no se interpreta de forma equivocada la información? Estos son únicamente algunos de los puntos conflictivos.

Un ejemplo servirá para aclarar la inquietud que se experimenta en la actualidad. En los Estados Unidos son muy habituales los sistemas de clasificación de crédito, y muchas personas han visto cómo su reputación salía perjudicada por culpa del registro equivocado de su crédito personal.

Una posibilidad aterradora es que un gobierno carente de escrúpulos pueda tener acceso a toda la información registrada acerca de un individuo, incluyendo sus hábitos alimenticios y las revistas y periódicos a los que está suscrito. En un resumen del informe emitido por el Comité de Protección de Datos *(Data*

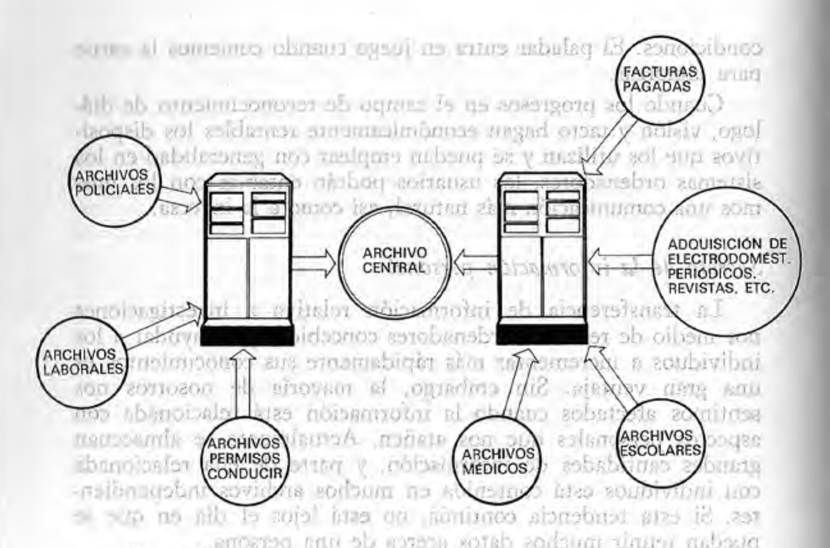


FIG. 10.5. Es fácil combinar los registros personales en un sistema de archivo central.

Protection Committee) en 1978, Sir Norman Lindop, el presidente, dijo: «No temíamos que estuviese próximo el mundo de 1984 de Orwell, pero nos damos cuenta de que algunos progresos cuyas consecuencias inspiran temor pueden tener lugar muy rápidamente, sin que la mayoría de la gente sea consciente de lo que está sucediendo.»

Una extrapolación de la idea anterior podría aplicarse a la enseñanza asistida por ordenador (CAL). El empleo generalizado de este sistema, en el que el ordenador impartiría lecciones relacionadas únicamente con el contenido de su sistema de almacenamiento, podría utilizarse para lavar el cerebro de los jóvenes, adaptándolos a rígidos patrones sociales y filosóficos.

Trabajo o paro

Uno de los acontecimientos más conflictivos que han sufrido los países industrializados en los últimos años ha sido el aumento del paro. No es sólo un problema británico, sino que afecta también a otros países de Europa y a los Estados Unidos. El problema es igualmente grave en los países comunistas, y aún peor en los países en vías de desarrollo. Por consiguiente, no se trata de un problema achacable a un gobierno o ideología en particu-

lar, puesto que afecta a todo el mundo. Es una desgracia que haya coincidido el aumento del paro con la aparición de la microelectrónica, y que sea muy fácil echar la culpa a los ordenadores.

Un punto de vista extremo considera la introducción de los ordenadores como una amenaza directa al 90 por 100 de los puestos de trabajo existentes, experimentándose desaparición de empleos en la industria periodística, cadenas de montaje industriales, minería, trabajos administrativos y de contabilidad. El 10 por 100 restante paga unos impuestos exorbitantes para mantener en su cauce la vida normal del país.

La perspectiva opuesta opina que la microtecnología es capaz de incrementar el número de puestos de trabajo, de forma que los pesimistas no tienen que preocuparse tanto como dan por supuesto. Ciertos trabajos administrativos han tendido a aumentar, paralelamente al incremento del tamaño de las burocracias. Se crea mucha más información que necesita ser procesada, distribuida, y que requiere la correspondiente actuación.

Ciertamente, la previsión de que la industria microinformática pasará a ocupar el primer puesto en el mundo, superando incluso a la automovilística y petrolífera, aporta un fuerte argumento a su favor. Hoy día, la compañía IBM ocupa el séptimo lugar entre las mayores empresas del mundo, y antes que un exceso, se puede decir que más bien padece de falta de personal cualificado.

En la actualidad, hasta los sindicatos americanos y europeos aceptan que la industria microelectrónica debe seguir floreciendo y expandiéndose, y que las sociedades industriales no pueden permitirse el lujo de ignorar su influencia si pretenden conservar su viabilidad económica. Todo hace suponer que las empresas que no se adapten a la tecnología microelectrónica no lograrán sobrevivir a la década siguiente.

La queja de que los ordenadores provocan la desaparición de puestos de trabajo no es en absoluto nueva. Era ya habitual, aunque no a escala tan grande, en los años sesenta, cuando muchas compañías comerciales instalaban grandes centros de cálculo. Una empresa explotadora de grandes estadios de fútbol, que ha reducido a la mitad su personal durante los últimos años como resultado de la computerización, alega que con los costes asociados actualmente a la mano de obra no podrían mantener la rentabilidad si no fuese por la automatización.

Las naciones industriales están sufriendo problemas económicos cuya consecuencia es el aumento del paro, pero no es sensato dejar que toda la culpa recaiga sobre la industria microelectrónica. Es cierto que los microordenadores plantean un problema de desempleo, que probablemente provoque la anticipación de la jubilación, reducción de la jornada laboral, y necesidad de sufrir

varios cursos de readiestramiento a lo largo de la vida profesional normal.

Ciertos tipos de trabajo no cuentan con buenas perspectivas de supervivencia, pero otras profesiones, como enseñanza, medicina y administración sobrevivirán e incluso se verán estimuladas por la introducción de los microordenadores. Hay otra categoría de oficios puramente humanos, tales como construcción, fontanería, instalaciones eléctricas, etc., que seguirán conservando inalterable su carácter.

Inteligencia artificial

La nueva tecnología producida por los laboratorios de investigación de las universidades está a punto de transformar el ordenador, de que una calculadora extremadamente rápida pasará a ser una máquina capaz de imitar los procesos de pensamiento humano. Los ordenadores del futuro tendrán capacidad de razonamiento, de juicio, e incluso serán capaces de aprender. Actualmente ya se utilizan algunos ordenadores que poseen cierto grado de *inteligencia artificial* en aplicaciones que antes se consideraban dominio exclusivo del hombre: diagnóstico de enfermedades pulmonares, localización de depósitos minerales, y decisión del emplazamiento de pozos petrolíferos.

El mundo se halla ante el umbral de una segunda era de los ordenadores. Los expertos están convencidos de que es una mera cuestión de tiempo el que los ordenadores «pensantes» abran una nueva gama de posibilidades en oficinas, fábricas, aplicaciones militares y médicas, y en el propio hogar. Un experto en el tema, Nils J. Nilsson, opina que la inteligencia artificial modificará «la manera de trabajar, de aprender, e incluso el concepto de nosotros mismos». Es indudable que la inteligencia artificial es el avance más significativo acaecido desde la propia invención de los ordenadores, muy capaz de alterar radicalmente la civilización.

No obstante, antes de que se produzca el cambio tendrán que resolverse bastantes problemas de hardware y software. En la actualidad los Estados Unidos se hallan a la cabeza en el sector, pero el gobierno japonés ha emprendido un plan de diez años, dedicando inmensas inversiones al objetivo de ocupar la primacía en el campo de la inteligencia artificial en 1991. Se dedicaron 450 millones de dólares a la investigación y desarrollo de los ordenadores de la «quinta generación», o sea, una nueva familia de máquinas diseñadas especialmente para aplicaciones de inteligencia artificial.

La clave del funcionamiento de las máquinas dotadas de in-

teligencia artificial se halla en un nuevo concepto de software o programación. Los métodos tradicionales de programación no sirven para los programas de inteligencia artificial puesto que se trata de procesar ideas y conceptos en lugar de números binarios. Este nuevo planteamiento permitirá que el ordenador intente simular el funcionamiento del cerebro humano efectuando rápidamente estimaciones basadas en el método de prueba-error y pasando por alto modelos lógicos que, cuando se siguen, hacen extremadamente lenta la actividad humana.

El perfeccionamiento de la inteligencia artificial llevará todavía unos diez años, pero las posibilidades que ofrece son muy numerosas. Japón prevé que las aplicaciones de la inteligencia artificial serán mucho más importantes (y rentables) que las aplicaciones tradicionales de los ordenadores. Si el Japón consigue su objetivo, la comunicación entre los ordenadores de la quinta generación y el hombre se aproximará mucho al nivel humano, empleando lenguajes naturales, imágenes, diálogo, etc.

Su importancia proviene de constituir «un instrumento fundamental en todos los sectores de la actividad social, incluyendo economía, industria, ciencia y arte, administración, relaciones internacionales, educación, cultura, vida cotidiana, etc.» (extracto de un documento del Centro Japonés para el Desarrollo del Proceso de Información). Es demasiado pronto para indicar aplicaciones futuras, pero algunos de los campos en los que la inteligencia artificial puede ofrecer una contribución significativa son:

- Consumo de energía.
- Aumento de la duración de equipos gracias a la detección y reparación automática de averías.
- Reducción de la necesidad de viajar regularmente al trabajo utilizando sistemas distribuidos de forma realista que permitan realizar el trabajo en casa.
- Construcción de sistemas CAL plenamente interactivos.

Con los sistemas de inteligencia artificial, los ordenadores se comportarán como ayudantes inteligentes capaces de aconsejar y emitir juicios en sectores especializados, tales como diagnóstico médico y economía personal. El cerebro humano no es tan amplio como para contener todo el conocimiento en el que se basa la moderna ciencia médica, necesita un apoyo. Similarmente, una persona no puede especializarse en muchos campos. Si uno no es un experto en finanzas, nuestro propio sistema de inteligencia artificial sería el contable particular, y así sucedería en muchos otros casos.

A nivel de fábrica, los programas de inteligencia artificial

colaborarán en introducir el sistema de fabricación de piezas en función de la demanda. Las factorías así controladas podrían fabricar distintos artículos cada día (u hora), a diferencia de las existentes en la actualidad, que tienen que fabricar en cantidades masivas un producto en un lugar y después transportarlo a otro sitio. Las plantas de fabricación controladas mediante inteligencia artificial producirían los artículos impuestos por la demanda particular de su zona, reduciendo por consiguiente gastos de transporte y consumo de energía.

Sin embargo, cabe preguntarse cuántas de estas innovaciones, tales como trabajar en el hogar, incrementar la automatización de la industria, etc., podrían llevarse a cabo sin experimentar grandes convulsiones políticas y sociales. Lo único cierto es que la generación que ahora asiste a la escuela tendrá que afrontar y solucionar estos problemas sociales.

Robótica

La utilización de robots será un factor clave para la futura supervivencia de muchas organizaciones industriales, debido, entre otros factores, al aumento del coste de la mano de obra. Roger B. Smith, Director de General Motors, la mayor compañía del mundo, ha manifestado: «Cada vez que el coste de la mano de obra (sueldos) aumenta un dólar, 1.000 robots son económicamente rentables.»

El empleo de robots en muchas empresas ha aumentado la productividad hasta un 25 por 100, reduciendo la mano de obra empleada muchas veces en proporción superior. La revolución robótica ha surgido de las novelas de ciencia ficción y ha irrumpido de lleno en el mundo real, hasta el punto de que si un país se queda retrasado en esta revolución, lo más probable es que quede apartado de la escena industrial hacia el final de la presente década. El Profesor Freeman, experto en automatización de la Universidad de Sussex, ha advertido que: «El país que no adopte esta tecnología corre el riesgo de perder competitividad y experimentar una disminución aún mayor de los puestos de trabajo.»

De todas formas, uno de los precios que hay que pagar por la introducción de robots es que tienden a reemplazar el trabajo humano. En algunos casos es posible reorganizar la mano de obra, pero otras veces no se puede. El gran temor de la sociedad actual es que, con la progresiva introducción de robots en todos los campos, cada vez más personas perderán su trabajo. El sentido común tiene que imponerse en algún momento, puesto que los bienes producidos por los robots han de ser adquiridos por per-

sonas con suficiente poder adquisitivo logrado a través del trabajo, lo que implica la necesidad de alcanzar un punto de equilibrio. En general, la responsabilidad de afrontar el problema y hallar una solución viable recae en los jóvenes de menos de veinticinco años de edad, los que tienen por delante la mayor parte de su vida activa.

En este texto, hemos examinado la información en lo que concierne al individuo y a las organizaciones. Está claro que para funcionar con eficacia y poder tomar decisiones, la información debe ser procesada. El ordenador, como hemos tenido ocasión de ver, es un dispositivo ideal para procesar información. No existe ninguna persona ni grupo que está obligando a la sociedad a adoptar los ordenadores, antes bien, la sociedad misma ha decidido que los utilizará porque los necesita.

Sin embargo, igual que sucede con cualquier tecnología, los ordenadores no son intrínsecamente buenos ni malos. Para conseguir el equilibrio adecuado, los individuos que componen la sociedad deben ser conscientes de la existencia de los ordenadores, apreciar sus posibilidades y sus limitaciones, y saber sacar de ellos las mayores ventajas posibles.

Es la nueva generación la que tendrá que hacer frente al rápido surgimiento de la Sociedad de la Información, basada en el poder de los ordenadores, y será su exclusiva responsabilidad decidir cuándo emplearlos y cuándo no emplearlos. Esperemos que este trabajo haya servido para establecer una base de conocimientos que ayude a las nuevas generaciones a tomar la decisión correcta.

Ejercicios

1. *Aunque los ordenadores existen desde principios de los años cuarenta, ¿por qué no han afectado al público en general hasta 1979 aproximadamente?*
2. *¿Preferiría Vd. intercambiar dinero en forma de papel y metal para adquirir bienes o confiar en el dinero de plástico de los dispositivos electrónicos? Sugerir las posibles ventajas e inconvenientes de ambos sistemas.*
3. *Suponga que está trabajando en una oficina. Algunos compañeros sugieren la introducción de un sistema de* almacenamiento y reenvío *para la comunicación de mensajes entre miembros del personal que trabajan en el mismo edificio, y también con los colegas de otras sucursales de todo el país. El director, chapado a la antigua, no es partidario de las nuevas ideas, pero le ha pedido su opinión sobre las posibles ventajas de tal sistema, porque sabe que Vd. ha estudiado ordenadores en la escuela. ¿Cómo*

presentaría el caso del sistema propuesto de almacenamiento y reenvío?

4. *Según se va almacenando más información de tipo personal en los archivos de ordenador, y dado que es cada vez más sencillo reunir la información existente en archivos separados, comentar el temor de que un gobierno sin escrúpulos pueda llegar a conocer nuestros detalles personales. ¿Cómo se podría proteger al ciudadano?*
   ¿Qué tipo de información individual debería ser accesible para el público general?
   ¿Cuáles serían los medios que habría que poner a su disposición para corregir los datos incorrectos acerca de ellos que estén registrados?
   ¿Quién podría tener acceso a esta información privada?

5. *Las autoridades educativas locales deciden establecer un banco de datos sobre los niños que asisten a la escuela, incluyendo los siguientes detalles:*
   — *altura y peso de cada alumno;*
   — *rendimiento de cada uno en cada asignatura;*
   — *datos relativos a los padres, como por ejemplo, edad, ocupación, etc.;*
   — *condiciones de vivienda, zona, etc.;*
   — *informes médicos.*

   a) *Explicar la dificultad de conseguir los datos relativos a los padres y las condiciones de vivienda.*
   b) *Como resulta implicado el tema de la intimidad, ¿cómo se podrían proteger los archivos y qué garantías podrían ofrecer a padres y alumnos?*

6. *Es indudable que la microtecnología ha provocado cierto nivel de desempleo, apreciado sobre todo en las profesiones de cualificación de tipo medio y en el trabajo administrativo esencialmente repetitivo. Citar las profesiones de alto y bajo nivel de cualificación que no resultarán afectadas por la microtecnología, y también, la forma en que los trabajadores semicualificados podrían adiestrarse para otros trabajos.*

7. *El Departamento de Correos invirtió mucho tiempo y dinero en el desarrollo de su sistema de transmisión de datos Prestel. Comentar los posibles beneficios para usuarios domésticos y comerciales.*
   ¿En qué se distingue de los sistemas Ceefax y Oracle?

8. *Observar la lista de métodos de transmisión de mensajes utilizados a lo largo de la historia en el Apéndice 1. Comentar las ventajas de la tecnología actual para transmitir mensajes entre personas situadas en diferentes regiones de un país o del mundo.*

9. *Nadie intenta imponer el sistema de teleconferencias; no obstante, citar cinco tipos de trabajos que podrían beneficiarse de él (téngase en cuenta las huelgas de transporte, de suministro de gasolina, etc.).*

10. *Todos necesitamos el estímulo y el incentivo social que supone conversar cara a cara con otras personas. Discutir al respecto los inconvenientes del sistema de teleconferencias en la oficina o escuela.*

11. *William es espástico. Cuenta en la actualidad treinta y cinco años de edad y durante toda su vida sólo ha podido controlar su pie izquierdo, y nunca ha podido hablar, tan sólo emitir sonidos incoherentes. Durante treinta años no ha podido comunicarse con nadie.*

    Desde hace cinco años, con la ayuda de un dispositivo POSSUM, ha podido escribir sus pensamientos e ideas por medio de un teclado adaptado especialmente, y de hecho, ha llegado a ser un programador de ordenadores. Con los progresos de la tecnología de vanguardia (microelectrónica), ahora es capaz de «hablar» con los demás si bien con cierta lentitud.

    a) *Averiguar el significado de las siglas POSSUM.*

    b) *Comentar cómo se podría uno sentir sin la posibilidad de comunicarse con los demás.*

    c) *Comentar lo que ha podido sentir William, al cabo de tanto tiempo de imposibilidad, cuando al fin ha podido «conversar» con los demás y demostrar que a pesar de sus impedimentos, su capacidad mental siempre ha sido normal.*

APÉNDICE: HITOS DE LA COMUNICACIÓN INFORMÁTICA

Hombres y mujeres tan inteligentes como nosotros llevan existiendo en la superficie de la tierra desde hace unos 100.000 años, y no obstante, cualquier cosa parecida a la moderna tecnología es comparativamente reciente. A continuación se enumeran brevemente algunos de los métodos utilizados a lo largo de la historia para comunicar y transmitir información.

a. de C.

3500	Comunicación oral y por gestos.
c. 3500	Primera escritura conocida (cuneiforme) en Mesopotamia, grabada sobre arcilla.
c. 2000	Escritura en China.
c. 1000	Primer alfabeto propiamente dicho. Fenicia.
c. 900	Primer alfabeto griego.
490	La noticia de la invasión persa y la victoria de Maratón se comunica por medio de un corredor.
c. 300	Ptolomeo I inicia la construcción de la gran Biblioteca de Alejandría.
63	Tiro, en Roma, inventa un sistema de taquigrafía que se enseña en las escuelas y se utiliza para reproducir conversaciones.

d. de C.

c. 100	Invención del papel en China.
c. 300	Primer libro de pergamino.
1086	*Libro del día del Juicio Final.*
1150	El sultán de Bagdad establece un sistema de correo mediante palomas mensajeras.
c. 1450	Fábricas de papel en Inglaterra. Invención en Europa de los tipos móviles. Impresión de la *Biblia* de Gutenberg.
1476	Libro impreso en inglés por W. Caxton.
1588	La noticia de la partida de la Armada Invencible se difunde en Inglaterra por faros.
c. 1590	Invención del lápiz de mina.

1714	Henry Mill patenta una máquina de escribir.
c. 1770	Sistema eficaz de comunicación entre barcos por medio de señales con banderas (Inglaterra).
1837	Telégrafo eléctrico en Gran Bretaña, inventado por Cooke y Wheatstone. S.F.B. Morse hace demostraciones del telégrafo electromagnético en los Estados Unidos.
1840	Primer sello de correos (Inglaterra). Todo el mundo puede enviar una carta.
1848	Palomas mensajeras utilizadas frecuentemente en la Revolución Francesa.
1852	B. Dancer inventa el microfilm.
1861	Se instala una línea intercontinental de telégrafo en los Estados Unidos.
1868	Se patenta en los Estados Unidos la máquina de escribir con teclado QWERTY.
1876	A. G. Bell inventa el teléfono.
1877	T. A. Edison (Estados Unidos) patenta el «fonógrafo».
1882	Introducción de los sistemas de archivos verticales.
1897	Underwood construye una máquina de escribir en la que se puede observar la escritura, lo que no era posible anteriormente.
1901	Marconi envía señales inalámbricas a través del Océano Atlántico.
1928	Demostración de televisión transatlántica por parte de John Logie Baird.
1935	Fabricación comercial de una máquina de escribir eléctrica.
1944	Howard Aiken (Estados Unidos) construye el ordenador ASCC o Harvard Mark I.
c. 1950	Distribución a escala comercial de fotocopiadoras.
1956	Primer cable transatlántico de teléfono.
1958	Primera transmisión de radio por satélite.
1960	Invención de laser.
1962	Lanzamiento del satélite Telstar —posibilidad de dos horas diarias de televisión transatlántica.
1968	Aparición de los sistemas de reconocimiento de caracteres impresos con tinta magnética (MICR).
c. 1969	Introducción de los enlaces GPO Datel entre terminales.
1971	LSI y microchips.
1972	Calculadoras Sinclair de bolsillo.

(Complete Vd. mismo la lista.)

Colección A.J.

1. **Antología de Bécquer**
   M. P. Díez Taboada
2. **Antología del cuento literario**
   M. Díez Rodríguez
3. **La vida del buscón llamado don Pablos**
   F. de Quevedo
   Edición de E. Gutiérrez Díaz-Bernardo
4. **Introducción a los ordenadores**
   J. Shelley
5. **Derechos humanos y Constitución española**
   Matías García Gómez
6. **Drogas**
   José L. Negro
7. **Fuente Ovejuna**
   Lope de Vega
   Edición de J. Sánchez Lobato
8. **El sí de las niñas**
   L. Fernández de Moratín
   Edición de José J. Satorre Grau
9. **Energía solar**
   Julia González Hurtado
10. **El futuro de la evolución**
    M. Alfonseca
11. **Góngora: Antología poética**
    A. del Rey Briones
12. **El sombrero de tres picos**
    Pedro A. de Alarcón
    Edición de J. B. Montes Bordajandi

A.J. es una colección interdisciplinar que abarca todos los aspectos de la apasionante aventura del saber humano, desde la creación artística hasta el progreso tecnológico. Va destinada a lectores con inquietudes culturales y a los estudiantes, a quienes ofrece unos breves libros que permiten completar los conocimientos comprendidos en los programas escolares.

Este texto es una introducción elemental (no académica y esencialmente de carácter no técnico), adaptada a los programas de estudio de tipo introductorio sobre ordenadores. El planteamiento adoptado hace hincapié en el aspecto de proceso de información, comentando a modo de ilustración algunos ejemplos tomados de la realidad, mediante la explicación cuidadosa de la estructura de los ordenadores, la función de los dispositivos de entrada/salida y de memoria auxiliar, así como la finalidad y los diferentes tipos de software. Naturalmente, el texto está orientado en general hacia los microordenadores. Se incluyen ejercicios al final de cada capítulo y se destacan con claridad los términos más importantes aparecidos en cada uno.